

**PLAIDOYER EN FAVEUR DE L'EXONERATION  
DES TAXES SUR LES MATERIAUX DE  
REMPACEMENT DES AMALGAMES DENTAIRES  
(SANS MERCURE) AU TOGO**

MOUGUE Bibi Pacôme  
Juriste environnementaliste,  
Pour l'ONG Les Amis de la Terre-Togo

Octobre 2019



## Table des matières

I.	Propos introductifs .....	3
II.	Le mercure, un produit chimique extrêmement dangereux .....	4
A.	Les caractéristiques du mercure .....	4
B.	La toxicité du mercure.....	5
III.	L'amalgame dentaire, un problème de santé publique et environnementale majeur en raison de la libération du mercure.....	6
A.	L'amalgame, un produit d'obturation dentaire libérant du mercure.....	6
B.	L'amalgame, une cause de maladies graves et de pollutions majeures.....	13
1.	Les pathologies liées à l'exposition au mercure des amalgames dentaires .....	13
2.	La pollution environnementale liée aux rejets du mercure des amalgames dentaires .....	28
IV.	L'amalgame dentaire au mercure, un produit substituable.....	34
A.	Disponibilité des matériaux alternatifs .....	34
B.	L'existence de solutions de réduction des résidus mercuriels .....	37
V.	Une analyse comparative en faveur des matériaux de substitution .....	39
A.	Durabilité des matériaux de substitution .....	39
B.	La rentabilité des matériaux de substitution.....	45
VI.	Propos conclusifs : la nécessité d'exonérer les matériaux de substitution aux amalgames dentaires .....	47

## I. Propos introductifs

« L'histoire des métaux lourds n'a pas été écrite. Et pourtant, ils paraissent étroitement liés à la civilisation. (...). L'homme a utilisé les métaux lourds et continue à les utiliser. Parfois avec excès, souvent avec inconscience ; ou pire, en toute conscience. Si les métaux lourds ont fait la civilisation, ils peuvent aussi la défaire ; car les métaux lourds sont aussi des toxiques puissants »<sup>1</sup>. Cet avertissement du député français, Gérard Miquel, en 2001, s'inscrit pleinement dans la problématique des amalgames dentaires avec, en toile de fond, la toxicité du mercure qu'ils contiennent.

Historiquement, l'amalgame dentaire est apparu pour la première fois en Chine au IV<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ. Il s'agissait d'une pâte composée d'argent, d'étain et de mercure. Mais, c'est à un Français, Louis Régnart, que l'on doit, en 1818, l'amalgame dentaire dans sa version moderne, celle-là même qui est couramment utilisée depuis 150 ans<sup>2</sup>. Dès ces débuts, ce matériau d'obturation a été partout dans le monde remis en cause. Après une période d'accalmie au sein de la corporation des dentistes et des scientifiques à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les controverses reprendront en Allemagne, entre les deux guerres, puis surtout en Suède et aux Etats Unis dans les années 80. Le mythe de la stabilité du mercure dentaire est contesté<sup>3</sup>. On a même dit des amalgames dentaires au mercure qu'ils seraient « un des scandales médicaux du 20<sup>e</sup> siècle » ou encore « une bombe à retardement ».

Au fur et à mesure que la controverse se développait à son sujet, des solutions alternatives dépourvues de mercure se mettaient, progressivement, en place. Ces dernières ont aujourd'hui atteint des niveaux de performance d'obturation dentaire qui rivalisent avec celles des amalgames au mercure et qui sont capables de s'y substituer valablement.

Ceci appelait une réaction de la communauté internationale. Dans ce contexte que les thermomètres à base de mercure avaient commencé par être retirés du marché, à la suite de certaines conventions internationales<sup>4</sup>. Le 10 octobre 2013, en effet, les Nations Unies ont adopté une convention internationale sur le mercure, au préambule duquel les Etats parties ont reconnu que « le mercure est une substance chimique préoccupante à l'échelle mondiale vu sa propagation atmosphérique à longue distance, sa persistance dans l'environnement (dès lors qu'il a été introduit par l'homme), son potentiel de bioaccumulation dans les écosystèmes et ses effets néfastes importants sur la santé humaine et l'environnement »<sup>5</sup>. Cette convention dont l'objectif est de protéger la santé humaine et l'environnement contre les émissions et rejets anthropiques de mercure et de composés du mercure, enjoint à chaque partie de prendre des mesures<sup>6</sup> pour éliminer progressivement l'utilisation d'amalgames dentaires en tenant compte de sa situation nationale et des orientations internationales pertinentes<sup>7</sup>. Dans cette optique, la Convention recommande à chaque Etat partie, entre autres, de « promouvoir l'utilisation de

---

<sup>1</sup> Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

<sup>2</sup> *Idem*.

<sup>3</sup> *Ibidem*.

<sup>4</sup> On pense ici particulièrement à la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, du 22 mai 2001 ; à celle de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques dangereux qui font l'objet d'un commerce international, du 10 septembre 1998 ; et à celle de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination, du 22 mars 1989.

<sup>5</sup> Convention de Minamata sur le Mercure, 10 octobre 2013.

<sup>6</sup> *Ibidem*, art. 4, para. 3.

<sup>7</sup> *Ibidem*, Annexe A, Deuxième partie.

matériaux de restauration dentaire économiques et cliniquement efficaces qui ne contiennent pas de mercure »<sup>8</sup>.

Comme la plupart des accords internationaux en la matière, le Togo notre pays est partie à la Convention de Minamata. Après sa signature le 10 octobre 2013, l'Assemblée nationale a autorisé sa ratification par une loi n° 2016-030 du 24 octobre 2016, et le 03 février 2017 le Gouvernement a procédé à sa ratification.

Malgré ces importantes évolutions, l'amalgame dentaire demeure un matériau d'obturation largement répandu dans le monde. Ce constat est autant vrai dans les pays en développement comme le nôtre. La principale raison qui explique cette persistance des amalgames sur le marché est son coût accessible, comparé à celui des composites. Afin d'amener les clients à opter pour des alternatives sans mercure, il faut détaxer les matériaux de substitution pour en rendre les prix abordables.

L'objectif de cette mission est d'expliquer à travers un argumentaire, des données à l'appui, les avantages économiques, sociaux et environnementaux que la communauté nationale (y compris le patient) et internationale tireraient de matériaux dentaires accessibles.

Dans cette optique, notre raisonnement partira d'une démarche syllogistique basée sur l'idée selon laquelle le mercure est produit chimique d'une grande toxicité, or les amalgames dentaires libèrent du mercure ce qui fait d'eux des problèmes de santé publique et environnementale majeurs. Il existe des matériaux de substitution aux amalgames dentaires, de sorte qu'en prenant en compte le coût économique, social et environnemental de ces deux types de matériaux, notre pays gagnerait économiquement, socialement et écologiquement à détaxer les produits d'obturation sans mercure afin de les rendre accessibles à toutes les couches sociales du pays.

Ainsi, après ces propos introductifs, cette étude s'articulera autour de quatre chapitres principaux et d'une conclusion. Au premier chapitre, nous verrons que le mercure est un produit chimique extrêmement dangereux (I). Au chapitre deuxième, nous démontrerons que l'amalgame dentaire est un problème de santé publique et environnementale majeur (II). Au chapitre troisième, les produits de substitution de l'amalgame dentaire seront exposés (III), puis au chapitre quatre une analyse comparative en faveur des matériaux de substitution sera développée (IV). Enfin, nous concluons nos propos avec la nécessité d'exonérer les matériaux de substitution pour les rendre accessibles.

## II. Le mercure, un produit chimique extrêmement dangereux

Le mercure est un produit chimique particulier. Il possède d'extraordinaires caractéristiques qui font sa spécificité (A). C'est aussi un produit chimique hautement toxique (B.)

### A. Les caractéristiques du mercure

Le mercure a plusieurs propriétés dont certaines lui sont propres. C'est, en effet, le seul métal liquide à température ambiante. Il se divise par l'agitation en fines gouttelettes. C'est également le seul métal dont la température d'ébullition est inférieure à 650° (357°).

De plus, c'est un métal d'une extrême volatilité et qui se combine très facilement avec d'autres molécules, que ce soient des métaux (amalgames), des molécules inorganiques (sels) ou organiques (carbone). En outre, parce que possédant une masse atomique de 200 (hydrogène =1), il est dit « lourd » dans la classification du chimiste Mendeleïev.

Sur le plan physico-chimique, le mercure est un métal qui change facilement de forme et de propriétés. Très volatil, il passe aisément de l'état liquide à l'état gazeux à température ambiante. En présence d'oxygène, le mercure s'oxyde très facilement passant de l'état métallique (Hg<sup>0</sup>), liquide ou gazeux, à l'état ionisé (Hg<sup>2+</sup>). C'est aussi un métal qui s'associe facilement aux molécules organiques formant de nombreux dérivés mercuriels.

---

<sup>8</sup> *Ibidem.*



Du mercure liquide à Température ambiante – Source Wikipédia

Aussi, existe-il deux catégories de mercure. On distingue, d'une part, le mercure métallique ou inorganique qui prend lui-même trois formes différentes à savoir le mercure métallique élémentaire, sous forme liquide, autrefois utilisé dans les thermomètres ; le mercure sous forme gazeuse puisqu'en chauffant, le mercure se transforme en vapeur ; et le mercure inorganique, sous forme ionique. On distingue, d'autre part, le mercure organique, quand il se combine avec une molécule contenant du carbone, à la base de tout élément vivant (ou qui a été vivant). Les composés de mercure organique les plus connus sont le méthylmercure et le diméthylmercure. Par ailleurs, il existe des échanges permanents entre ces différentes formes, car le mercure a une grande capacité à se transformer, notamment sous l'effet de l'acidité du milieu, et de la présence de molécules assurant ces combinaisons (chlore, soufre). La transformation peut être décrite comme suit : du mercure métallique aux ions mercuriques : l'oxydation. Le mercure sous forme de vapeurs est inhalé. Par l'action de la catalase présente dans les globules rouges, le mercure métallique est transformé en ions mercuriques, qui passent dans le sang. Des ions mercuriques au mercure organique : la méthylation. La méthylation se déroule, principalement, en milieu aqueux ou dans les intestins, en fonction de l'acidité et de la présence de soufre. Un produit chimique doté de tels attributs n'est probablement pas sans risques.

#### B. La toxicité du mercure

Les caractéristiques décrites ci-dessus préfigurent, vraisemblablement, la toxicité et la dangerosité du mercure, en raison notamment, de son extrême volatilité (il peut être facilement respiré), de sa relative solubilité dans l'eau et les graisses (il peut être facilement transporté dans le corps), et de sa capacité à se lier avec d'autres molécules qu'il va modifier ou dont il va transformer les fonctions.

Cette toxicité du mercure est connue depuis des lustres. Connue sous le nom d'hydrargie ou hydrargyrisme<sup>9</sup>, l'intoxication au mercure et donc, partant la toxicité de ce produit est scientifiquement prouvée. Dans le cadre de certaines expériences in vivo et in vitro, les scientifiques ont mis en évidence le fait que des taux de mercure inorganique de 0.02 ng Hg/g (2 µl de 0.1 µMol Hg dans 2ml de substrat) conduisent à une destruction totale des microtubules intracellulaires ainsi qu'à la dégénérescence des axones<sup>10</sup>.

Dans d'autres expériences, des taux de mercure inorganique de 39 ng Hg/g (0.18 µMol Hg) ont provoqué une augmentation du stress oxydatif, introduisant lui-même d'autres dégâts cellulaires<sup>11</sup>. Dans le cadre de deux expériences menées, en 1995 et en 1997, par Pendergrass et Haley, l'inhalation des vapeurs de mercure, à des doses similaires à celles que l'on peut mesurer chez un individu ayant beaucoup d'amalgames et qui mastique, ont conduit à des bouleversements pathologiques dans des cerveaux après 14 jours<sup>12</sup>.

Mais, si la toxicité du mercure est connue depuis que l'homme l'utilise et scientifiquement établie, il n'en est pas de même pour ce qui est de l'amalgame dentaire à base de mercure. Il a fallu prouver que cette forme d'obturation constitue un problème de santé publique et environnementale majeur.

### III. L'amalgame dentaire, un problème de santé publique et environnementale majeur en raison de la libération du mercure

Avant d'aborder le problème dans toutes ces dimensions, il convient d'en appréhender l'objet même. Une présentation générale de l'amalgame en tant que produit d'obturation dentaire sera faite (A), pour laisser place aux maladies, et source de pollution extrême (B).

#### A. L'amalgame, un produit d'obturation dentaire libérant du mercure

L'amalgame dentaire sert à obturer les caries. La carie est une maladie qui conduit à la disparition progressive des tissus dentaires. En effet, la lésion carieuse est une maladie post-éruptive des tissus durs de la dent, caractérisée par la déminéralisation de la substance organique qui entraîne la formation d'une cavité<sup>13</sup>... Vieillards, adultes, adolescents, enfants, hommes ou femmes, tout le monde peut souffrir de cette maladie. D'après une étude sur la charge mondiale de morbidité menée en 2016, la moitié de la population mondiale (3,58 milliards) souffrait

---

<sup>9</sup> Mercure et amalgames dentaires : Etat de l'art, Avril 2009, Dernière mise à jour : Décembre 2017.

<sup>10</sup> Leong CCW, Syed NI, Lorscheider FL: Retrograde degeneration of neurite membrane structural integrity of nerve growth cones following in vitro exposure to mercury, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, Journal of Occupational Medicine and Toxicology 2011, Institute for Environmental Medicine and Hospital Epidemiology – University Hospital Freiburg, Germany <http://www.occup-med.com/content/6/1/2>.

<sup>11</sup> Olivieri G, Brack C, Muller-Spahn F, Stähelin HB, Herrmann M, Renard P, Brockhaus M, Hock C: Mercury induces cell cytotoxicity and oxidative stress and increases beta-amyloid secretion and tau phosphorylation in SHSY5Y neuroblastoma cells. J Neurochem 2000, 71:231-236, et Olivieri G, Novakovic M, Savaskan E, Meier F, Baysang G, Brockhaus M, Müller-Spahn F: The effects of β-Estradiol on SHSY5Y neuroblastoma cells during heavy metal induced oxidative stress, neurotoxicity and β-Amyloid secretion. Neuroscience 2002, 113:849-855. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission.

<sup>12</sup> Pendergrass JC, Haley BE: Mercury-EDTA Complex Specifically Blocks Brain-Tubulin-GTP Interactions: Similarity to Observations in Alzheimer's Disease. In Status Quo and Perspective of Amalgam and Other Dental Materials. International Symposium Proceedings. Edited by: Friberg LT, Schrauzer GN. Stuttgart: Thieme Verlag; 1995:98-105, et Pendergrass JC, Haley BE: Inhibition of brain tubulin-guanosine 5'-triphosphate interactions by mercury: similarity to observations in Alzheimer's diseased brain. InMetallons on Biological systems. Edited by: Sigel A, Sigel H. New York: Dekker; 1997:461-478.

<sup>13</sup> Jean François R, Nairn H.F.W, Massino F., Pratique clinique en dentisterie conservatrice, Edition française 2003.

d'affections bucco-dentaires, la plus souvent constatées étant la carie des dents définitives<sup>14</sup>. A l'échelle mondiale, on estime que 2,4 milliards de personnes souffrent de caries des dents définitives et 486 millions d'enfants de caries des dents de lait<sup>15</sup>.

Il existe plusieurs types de carie dentaire. Certaines sont limitées à l'émail, d'autres attaquent la dentine, d'autres encore le cément, certaines sont dites stabilisées, etc.<sup>16</sup>. Dans tous les cas, c'est l'interaction de quatre éléments qui provoque la formation d'une lésion carieuse. Il s'agit des bactéries buccales, des substrats nutritifs, de l'environnement buccal et du temps.



Dent cariée – Source : [www.Niarela.net](http://www.Niarela.net)

Cependant, certains facteurs peuvent aussi influencer et favoriser l'apparition d'une carie dentaire ainsi que son développement. C'est notamment la mauvaise hygiène buccodentaire, la consommation excessive de sucres, le tabagisme. A ceci, s'ajoute certaines maladies ou dysfonctionnement, comme le diabète sucré, l'hyperthyroïdie, l'hyperparathyroïdie, l'hyposyalie, etc.

En général, la thérapeutique des lésions carieuses passe par un nettoyage, l'aménagement de la cavité, son comblement et c'est à ce niveau qu'intervient l'amalgame. Il s'agit, en effet, d'un mélange de métaux en poudre et de mercure liquide utilisé dans le traitement des lésions carieuses.

---

<sup>14</sup> GBD 2016, Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016 : a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. Lancet. 2017 ; 390(10100):1211-1259, cité par l'organisation mondiale de la santé (OMS), Santé bucco-dentaire, 24 septembre 2018.

<sup>15</sup> Idem.

<sup>16</sup> Lasargeus J-J ; Louis J-J ; Kaleka R. Classification des lésions carieuses, Encyclopedie Medico chirurgicale (Elsevier SAS paris) odontologie 23-069-A-10-2006.



Photo d'une restauration dentaire avec amalgame – Source : Wikipédia

Un amalgame dentaire contient environ 50 % de mercure métallique. La poudre d'alliage est constituée dans des proportions variables, d'argent (environ 40 %), de sélénium, de cuivre et, dans des proportions plus faibles, d'autres métaux (zinc...). L'amalgame se façonne aisément et durcit rapidement. Du fait de sa coloration grisâtre et métallique, il est plus connu sous le nom de « plombage », bien qu'il ne contienne pas de plomb<sup>17</sup>.

L'amalgame dentaire est le seul alliage métallique à base de mercure utilisé dans le corps humain<sup>18</sup>. On compte, au total, pas moins de mille alliages différents (selon la nature et les proportions des métaux employés), utilisés pour les couronnes, les implants, les soudures, les fils orthodontiques... Il semble d'ailleurs, qu'une bouche traitée peut contenir jusqu'à 32 métaux différents<sup>19</sup>. En général, l'appellation « amalgame » s'emploie principalement pour les alliages au mercure<sup>20</sup>.

C'est en raison des caractéristiques spécifiques du mercure qu'il est utilisé en dentisterie. D'une part, le mercure est le seul métal liquide à la température ordinaire, ce qui permet de le travailler avec une très grande facilité. D'autre part, l'association de mercure et d'autres matériaux entraîne des réactions d'amalgamation conduisant à un matériau final très performant. Ces caractéristiques ont, pendant longtemps, fait des amalgames les principaux matériaux d'obturation des caries. On a donc magnifié les particularités de l'amalgame dentaire sans prendre en considération le fait qu'il représente une source d'intoxication et de pollution innombrables.

D'après le Docteur Joachim Mutter de l'Institut de médecine environnementale et d'épidémiologie Hospitalière de l'Hôpital Universitaire de Freiburg (Allemagne), les amalgames dentaires sont la principale source de mercure dans les tissus corporels humains<sup>21</sup>. En effet, les études démontrent que chez les porteurs d'amalgames vivants, un taux de mercure

<sup>17</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

<sup>18</sup> Mais il existe, dans le seul secteur de la chirurgie dentaire, plusieurs autres alliages répartis entre quatre grandes familles : les amalgames dentaires -à base de mercure- ; les alliages précieux -à base d'or, de platine, de titane- ; les alliages semi-précieux -à base d'argent, de palladium- ; les alliages non précieux, -à base d'acier ou de cobalt-

<sup>19</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, *op. cit.*

<sup>20</sup> *Idem.*

<sup>21</sup> Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, Journal of Occupational Medicine and Toxicology 2011, Institute for Environmental Medicine and Hospital Epidemiology – University Hospital Freiburg, Germany <http://www.occup-med.com/content/6/1/2>,

2 à 5 fois supérieur a été mesuré dans le sang et les urines, tandis qu'au cours de plusieurs autopsies d'individus portant des amalgames, ces taux étaient 2 à 12 fois plus élevés<sup>22</sup>. Par ailleurs, des études sur les animaux ont confirmé le fait que les amalgames dentaires au mercure induisent une augmentation significative du taux de mercure dans les tissus corporels<sup>23</sup>. Ainsi, pour le Docteur Mutter, si l'on s'en tient à ces études, l'amalgame dentaire serait responsable d'au moins 60 à 95 % des dépôts de mercure dans les tissus humains<sup>24</sup>.

D'autres études ont montré que le mercure (Hg) des amalgames dentaires est transformé en mercure organique par les micro-organismes via le tractus gastro-intestinal humain<sup>25</sup>. En 2001, des scientifiques ont mesuré des taux de méthylmercure trois fois plus élevés dans la salive des individus porteurs d'amalgames que dans celle des individus sans amalgame, bien que la fréquence de consommation de poisson soit la même dans les deux groupes. Les taux de mercure salivaires excédaient les taux limites admis dans les eaux usées chez 20 % des individus porteurs d'amalgames<sup>26</sup>. Les spécialistes estiment que le méthylmercure dérivé des amalgames pourrait être beaucoup plus toxique (jusqu'à 20 fois plus) que la forme trouvée dans les poissons<sup>27</sup>.

De plus, certaines études démontrent que plus un individu est porteur d'amalgames dentaires, plus son organisme contient du mercure. En effet, dans une autopsie, il a été constaté que les individus porteurs d'au moins 12 obturations ont plus de 10 fois plus de mercure dans certains tissus, dont le cerveau, que les individus n'ayant que 0 à 3 obturations<sup>28</sup>. La charge de mercure moyenne des citoyens européens qui portent plus de 12 amalgames était de 300 ng Hg/g dans les tissus du cerveau<sup>29</sup>, ce qui est bien au-delà des niveaux qui se sont révélés toxiques sur les neurones in vitro (0.02 – 36 ng Hg/g).

Dans la même veine, au cours d'une autre autopsie, les scientifiques ont observé que les individus portant plus de 10 amalgames avaient 504 ng/Hg dans les tissus rénaux (0-2

---

<sup>22</sup> Barregard J, Svalander C, Schutz A, Westberg G, Sällsten G, Blohmé I, Mölne J, Attman PO, Haglind P. : Cadmium, mercury, and lead in kidney cortex of the general Swedish population: a study of biopsies from living kidney donors, et Zimmer H, Ludwig H, Bader M: Determination of mercury in blood, urine and saliva for the biological monitoring of an exposure from amalgam fillings in a group with self-reported adverse health effects. *Int J Hyg Environ Health* 2002, 205 :205-211. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cités par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission

<sup>23</sup> Danscher G, Hørsted-Bindsley P, Rungby J: Traces of mercury in organs from primates with amalgam fillings. *Exp Mol Pathol* 1990, 52 :291-299. PubMed Abstract | Publisher Full Text, et Vimy MJ, Takahashi Y, Lorscheider FL: Maternal-fetal distribution of mercury (203 Hg) released from dental amalgam fillings. *Am J Physiol* 1990, 258 :939-945, cités par cités par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission

<sup>24</sup> Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission

<sup>25</sup> Heintze U, Edwardsson S, Derand T, Birkhed D: Methylation of mercury from dental amalgam and mercuric chloride by oral streptococci in vitro. *Scand J Dent Re* 1983, 91 :150-152, et Yannai S, Berdicevsky I, Duek L: Transformations of inorganic mercury by *Candida albicans* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl Environ Microbiol* 1991, 57:245-247. PubMed Abstract | PubMed Central Full Text, cités par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission

<sup>26</sup> Leistevuo J, Leistevuo T, Helenius H, Pyy L, Osterblad M, Huovinen P, Tenovuo J: Dental amalgam fillings and the amount of organic mercury in human saliva. *Caries Res* 2001, 35:163-166. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission

<sup>27</sup> Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission

<sup>28</sup> Guzzi G, Grandi M, Cattaneo C, Calza S, Minoia C, Ronchi A, Gatti A, Severi G: Dental amalgam and mercury levels in autopsy tissues: food for thought. *Am J Forensic Med Pathol* 2006, 27:42-45. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission.

<sup>29</sup> *Idem.*

amalgames : 54 ng Hg/g) et 83.3 ng Hg/g dans le foie (0-2 amalgames : 17.68 ng Hg/g)<sup>30</sup>. Les taux de mercure dans la thyroïde et les glandes pituitaires étaient respectivement de 55 ng Hg/g et 200 ng Hg/g, et, à nouveau, ces taux étaient corrélés de manière très significative au nombre d'amalgame<sup>31</sup>.

Selon le Docteur Mutter, les niveaux trouvés dans ces études étant seulement des niveaux moyens, cela signifie qu'une part non-négligeable des personnes ayant des amalgames dentaires a plus de deux fois ces niveaux toxiques de mercure dans leurs tissus (écart-type). Aussi, faut-il noter que le mercure trouvé dans les divisions subcellulaires comme les microsomes, les mitochondries et d'autres compartiments cellulaires dépassaient même les taux moyens du cerveau dans ces études<sup>32</sup>.

En outre, il a été démontré que chez la femme enceinte, le mercure dentaire pénètre les tissus infantiles. Les amalgames conduisent, en effet, à une hausse significative des niveaux de mercure dans le corps du fœtus et de l'enfant, y compris dans le cerveau<sup>33</sup>. On a même observé que la charge de mercure dans le placenta, le fœtus et l'enfant est en corrélation avec le nombre d'amalgame(s) porté(s) par la mère<sup>34</sup>. Également, les scientifiques ont mis en évidence des traces de mercure dans le liquide amniotique<sup>35</sup> et le lait maternel<sup>36</sup>, les niveaux de mercure à ces niveaux étant également significativement corrélés au nombre d'amalgame(s) en bouche de la mère.

Or, selon l'Organisation mondiale de la Santé, en 2005, il n'existe pas de seuil en-dessous duquel il ne se produirait pas d'effets indésirables du mercure<sup>37</sup>. Cette donnée est confirmée par les études d'autres chercheurs européens qui, lors d'un colloque international tenu à l'Agence

---

<sup>30</sup> Drasch G, Schupp I, Riedl G, Günther G: Einfluß von Amalgamfüllungen auf die Quecksilberkonzentration in menschlichen Organen. Dtsch Zahnärztl Z 1992, 47:490-496, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission.

<sup>31</sup> Björkman L, Lundekvam BF, Laegreid T: Mercury in human brain, blood, muscle and toenails in relation to exposure: an autopsy study, Environ Health 2007, 11:6:30, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission.

<sup>32</sup> Wenstrup D, Ehmann WD, Markesbery WR: Trace element imbalances in isolated subcellular fractions of Alzheimer's disease brains. Brain Research 1990, 533:125-31. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission.

<sup>33</sup> Drasch G, Schupp I, Hofl H, Reinke R, Roeder G: Mercury burden of human fetal and infant tissues, Eur J Ped 1994, 153:607-610, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission

<sup>34</sup> Drasch G, Schupp I, Hofl H, Reinke R, Roeder G: Mercury burden of human fetal and infant tissues, Eur J Ped 1994, 153:607-610 ; Ask K, Akesson A, Berglund M, Vahter M: Inorganic mercury and methylmercury in placentas of Swedish women. Environ Health Perspect 2002, 110:523-526. PubMed Abstract | Publisher Full Text | PubMed Central Full Text ; Yoshida M, Watanabe C, Satoh M, Yasutake A, Sawada M, Ohtsuka Y, Akama Y, Tohyama C: Susceptibility of Metallothionein-Null Mice to the Behavioural Alterations Caused by Exposure to Mercury Vapour at Human-Relevant Concentration. Toxicol Sci 2004, 80:69-73. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cités par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission

<sup>35</sup> Luglie PF, Campus G, Chessa G, Spano G, Capobianco G, Fadda GM, Dessole S: Effect of amalgam fillings on the mercury concentration in human amniotic fluid. Arch Gynecol Obstet 2005, 271:138-142, cités par Mutter Joachim

<sup>36</sup> Drasch G, Aligner S, Roeder G, Staiger F, Lipowskyn G: Mercury in human colostrum and early breast milk. Its dependence on dental amalgam and other factors. J Trace Elem Med Biol 1998, 12:23-27 ; Vimy MJ, Hooper DE, King WW, Lorscheider FL: Mercury from maternal "silver" tooth fillings in sheep and human breast milk. A source of neonatal exposure ; Oskarsson A, Schultz A, Skerfving S, Hallen IP, Ohlin B, Lagerkvist BJ: Total and inorganic mercury in breast milk in relation to fish consumption and amalgam in lactating women. Arch Environ Health 1996, 51:234-241 ; cités par Mutter Joachim.

<sup>37</sup> Organisation mondiale de la Santé : Mercure et soins de santé – Document d'orientation stratégique WHO/SDE/WSH/05.08, Genève 2005.

européenne pour l'environnement à Copenhague le 10 février 2011, ont démontré qu'il n'existe aucun seuil de sécurité à l'intoxication au mercure<sup>38</sup>.

On sait aussi que le mercure dentaire se retrouve dans la nature. Le relargage de mercure dentaire, autrefois contesté, est aujourd'hui admis par tous<sup>39</sup>. Aussi, peut-on lire dans l'encyclopédie chirurgicale que « toutes les phases contenant du mercure peuvent être sources de libération de vapeurs (...). Les amalgames sont sensibles à la corrosion ». La corrosion, d'origine mécanique (par frottement) ou bactérienne libère du mercure. Il existe d'ailleurs toujours une différence significative entre la quantité de mercure mesurée dans un amalgame au moment de la pose et lors de la dépose. Une partie du mercure s'est « volatilisée » au sens figuré comme au sens propre, l'amalgame ayant libéré des vapeurs<sup>40</sup>.

Plusieurs travaux ont été consacrés à l'estimation des rejets mercuriels liés aux amalgames, ainsi que l'a rapporté la Commission européenne :

Estimation des rejets mercuriels liés aux amalgames dentaires

Etudes	Dates	vapeurs de mercure en µg/jour
Vimy et Lorcheister	1985	19,8
Vimy et Lorcheister	1990	9,8
Langworth	1998	3
Snapp	1989	1,3
Berglund	1990	1,7
Jokstad	1992	10-12
Share et Engqvist	1991	12
Halbach	1995	4,8
Richardson	1995	2,8
Svare	1981	17,5
Abraham	1984	8
Patterson	1985	2,5
Arensson	1981	2,2

Source : Commission européenne

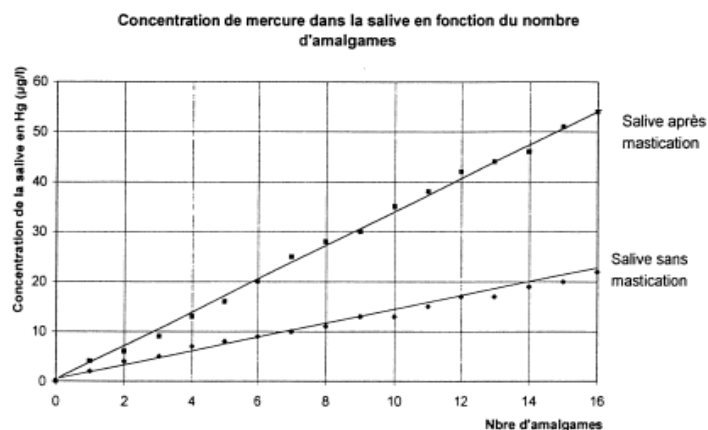
Une étude remarquable concernant les rejets d'ions mercuriels est celle menée sur près de 2000 porteurs d'amalgames, effectuée par le Centre de recherches en analyses de l'environnement de l'université de Tübingen en 1997. Réalisée notamment, sur la base de prélèvement salivaire et mesure de la concentration de vapeur dans l'air de la cavité buccale, cette étude met, entre autres, en exergue, la mastication comme un facteur majeur de rejet d'ions mercuriels par les porteurs d'amalgames, comme on peut le voir dans les figures ci-après.

<sup>38</sup> Il s'agissait notamment des experts du PHIME qui ont présenté les résultats essentiels de leurs travaux de cinq ans sous le titre «Effects of exposure to metals: no margin of safety in Europe» (traduction française non-officielle: Effets de l'exposition aux métaux: aucune marge de sécurité en Europe), PHIME (Public Health Impact of long-term, low-level Mixed Element Exposure in susceptible population strata), FP6 research project: Effects of exposure to metals: no margin of safety in Europe, Conclusions du colloque, [www.phime.org](http://www.phime.org), cité par M. Huss

<sup>39</sup> M. Gérard MIQUEL, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, préc.

<sup>40</sup> *Idem*.

**Principaux résultats de l'étude de Tübingen (1) (1<sup>ère</sup> partie)  
(graphique a)  
Liens entre amalgames, mastication et concentration en mercure**



(1) *Etude de Tübingen concernant les amalgames dentaires - groupe de recherches en analyses de l'environnement de l'Université de Tübingen (Allemagne - 1997)*

(tableau b) Liens entre mastication et concentration en mercure

Distribution de la population selon l'importance de mercure dans la salive

µg de mercure par litre de salive	avant mastication	après mastication*
< 5 µg/l	25 %	11 %
< 100 µg/l	96 %	90 %
> 100 µg/l	4 %	10 %
> 200 µg/l	1 %	1,7 %
> 400 µg/l	0,2 % soit 37 personnes	0,33 % soit 60 personnes
> 1.000 µg/l	0,06 % soit 11 personnes	0,08 % soit 15 personnes

\* mastication d'un chewing-gum pendant 10 mn

(tableau c) Concentration en mercure dans l'air de la cavité buccale

	sans amalgame	avec amalgame
avant mastication	< 1 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>
après mastication	< 1 µg/m <sup>3</sup>	28 µg/m <sup>3</sup>

nota : Calculs sur échantillons réduits, inférieurs à 40

(tableau d) Effet de la mastication sur la concentration en mercure

	salive à jeun	salive après mastication
- de 5 amalgames	24 µg/l	54 µg/l
6 à 10 amalgames	74 µg/l	68 µg/l
+ de 11 amalgames	101 µg/l	173 µg/l

Source : étude de Tübingen

En plus du fait qu'elle démontre l'impact de la mastication sur les rejets mercuriels, l'étude de Tübingen a révélé des teneurs en mercure très supérieures aux études antérieures menées sur des échantillons plus petits : la charge en mercure de la salive étant 3,5 fois plus élevée que les résultats publiés quelques années auparavant par les autorités nationales allemandes. Les causes sont liées, d'une part, au nombre moyen d'amalgames constaté dans la population, plus élevé

que les chiffres habituellement communiqués (9 obturations avec amalgame en moyenne ; une estimation donnée en France au cours d'une audition est de 6 obturations en moyenne) ; d'autre part, au fait que la grande majorité des obturations en amalgame ne sont pas polies, ce qui favorise les émissions mercurielles.

Au-delà de la corrélation qu'elle établit entre nombre d'amalgame et niveau de concentration mercurielle dans l'air de la cavité buccale, l'étude de Tübingen a mesuré une concentration de 1.000 µg/l de mercure dans la salive de porteurs d'amalgames.

Ainsi donc, il est clairement et scientifiquement établi que le mercure dentaire pénètre l'organisme humain et qu'il est aussi rejeté dans l'environnement par les porteurs d'amalgames à travers les urines, les excréments, la salive, etc. Il va sans dire que l'amalgame dentaire est une cause de maladies graves et de pollutions majeures.

## B. L'amalgame, une cause de maladies graves et de pollutions majeures

Indubitablement, l'exposition permanente de l'être humain même à de petites doses des substances telles que le mercure provoque des pathologies ou est, à tout le moins, un des cofacteurs de certaines maladies<sup>41</sup>. De même, les rejets et les émissions de mercure, de particules de mercure dans l'environnement causent des préjudices graves à l'environnement. Les amalgames dentaires ne font pas exception et diverses études l'ont bien démontré. Après la présentation des pathologies pouvant résulter de l'exposition au mercure des amalgames dentaires (1.), nous traiterons de la pollution mercurielle (2.).

### 1. Les pathologies liées à l'exposition au mercure des amalgames dentaires

Dans son rapport publié en 2008, le SCENIHR affirmait qu'« il est généralement conclu qu'aucun risque accru d'effets secondaires systémiques n'existe et [qu'il ne considère] pas que l'usage courant des amalgames dentaires pose un risque de maladie systémique ». «Quelques effets secondaires locaux sont constatés à l'occasion avec ces obturations, mais leur incidence est faible et ils sont généralement facilement traités »<sup>42</sup>, a-t-il fait remarquer. Ces affirmations ont été littéralement et scientifiquement contredites par plusieurs études concordantes, dont le docteur Mutter a rendu compte dans son article critique sur ce fameux rapport.

#### a) La cytotoxicité

Le SCENIHR a comparé la toxicité des amalgames avec celle des composites. Pourtant, comme l'explique le docteur Mutter, dans la plupart des expériences, il a été prouvé que même le mercure inorganique, qui est bien moins toxique que les vapeurs de mercure (parce que le mercure inorganique ne pénètre pas facilement dans les cellules), est nettement plus toxique que n'importe quel composite. De nombreuses études ont prouvé que le mercure est 100 à 800 fois plus toxique que les composites pour les cellules humaines<sup>43</sup>.

---

<sup>41</sup> Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, Rapport de la Commission des questions sociales, de la santé et de la famille, Assemblée Parlementaire du Conseil de l'Europe, Doc. 12613, Luxembourg, 12 mai 2011.

<sup>42</sup> Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR): The safety of dental amalgam and alternative dental restoration materials for patients and users. [rapport du SCENIHR] webcite Europaen Commision 2008.

<sup>43</sup> Kehe K, Reichl FX, Durner J, Walther U, Hickel R, Forth W: Cytotoxicity of dental composite components and mercury compounds in pulmonary cells. *Biomaterials* 2001, 22:317-322 ; Reichl FX, Walther UI, Durner J, Kehe K, Hickel R, Kunzelmann KH, Spahl W, Hume WR, Benschop H, Forth W: Cytotoxicity of dental composite components and mercury compounds in lung cells. *Dent Mater* 2001, 17:95-101 ; Reichl FX, Simon S, Esters M, Seiss M, Kehe K, Kleinsasser N, Hickel R: Cytotoxicity of dental composite (co)monomers and the amalgam component Hg(2+) in human gingival fibroblasts. *Arch Toxicol* 2006, 80:465-472 ; Reichl FX, Esters M, Simon S, Seiss M, Kehe K, Kleinsasser N, Folwaczny M, Glas J, Hickel R: Cell death effects of resin-based dental material compounds and mercurials in human gingival fibroblast. *Arch Toxicol* 2006, 80:370-377 ; Walther UI, Walther SC, Liebl B, Kehe K, Hickel R, Kunzelmann KH, Spahl W, Hume WR, Benschop H, Forth W:

## b) La génotoxicité - Le stress oxydatif - Le cancer

Les expériences ont montré que les amalgames dentaires causent des altérations de l'ADN dans les cellules sanguines humaines<sup>44</sup>. Même de très faibles niveaux de mercure inorganique conduisent à de considérables altérations dans les cellules et lymphocytes des tissus du corps humain<sup>45</sup>. Cet effet, qui déclenche le cancer, a été constaté avec des doses de mercures en-deçà des doses généralement admises comme cause de cytotoxicité et de mort cellulaire<sup>46</sup>. De plus, certaines expériences ont révélé que des anomalies chromosomiques peuvent être provoquées par l'amalgame dans des cellules en culture<sup>47</sup>.

L'équipe de Pizzichini a constaté, chez les porteurs d'amalgames plus de stress oxydatif dans la salive<sup>48</sup>. Des observations similaires ont été faites dans le sang<sup>49</sup>. Une corrélation a également été remarquée entre cette augmentation du stress oxydatif et le nombre d'amalgames. Olivieri et ses collègues soulignent aussi que les taux de mercure habituellement mesurés dans les tissus des personnes ayant des amalgames, provoquent une augmentation du stress oxydatif et une réduction des niveaux de glutathion, induisant des dommages cellulaires<sup>50</sup>.

Pour leur part, Ionescu et ses alliés, ont remarqué des taux de mercure significativement élevés dans des biopsies de cancer du sein<sup>51</sup>. Selon les analyses menées par les équipes de Drasch et de Mutter, le mercure déposé dans les tissus est majoritairement lié au sélénium, ce qui signifie que le sélénium n'est plus disponible pour le corps. Par ailleurs, les amalgames peuvent aggraver une déficience latente en sélénium, particulièrement dans les pays qui sont sous-approvisionnés en sélénium<sup>52</sup>.

## c) La résistance aux antibiotiques

---

Cytotoxicity of ingredients of various dental materials and related compounds in L2- and A549 cells. *J Biomed Mater Res* 2002, 63:643-649.

<sup>44</sup> Di Pietro A, Visalli G, La Maestra S: Biomonitoring of DNA damage in peripheral blood lymphocytes of subjects with dental restorative fillings. *Mutat Res* 2008, 650:115-122, cité par Mutter Joachim, *op. cit.*

<sup>45</sup> Schmid K, Sassen A, Staudenmaier R: Mercury dichloride induces DNA-damage in human salivary gland tissue cells and lymphocytes, *Arch Toxicol* 2007, 1:759-767.

<sup>46</sup> Mutter Joachim : Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

<sup>47</sup> Akiyama M, Oshima H, Nakamura M: Genotoxicity of mercury used in chromosome aberration tests, *Toxicol in Vitro* 2001, 15:463-467.

<sup>48</sup> Pizzichini M, Fonzi M, Sugherini L, Fonzi L, Gasparoni A, Comporti M, Pompella A: Release of mercury from dental amalgam and its influence on salivary antioxidant activity *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol* 2000, 42:94-100 ; Pizzichini M, Fonzi M, Sugherini L, Fonzi L, Comporti M, Gasparoni A, Pompella A: Release of mercury from dental amalgam and its influence on salivary antioxidant activity. *Sci Total Environ* 2002, 284:19-25.

<sup>49</sup> Pizzichini M, Fonzi M, Gasparoni A, Fonzi L, Comporti M, Gasparoni A, Pompella A: Influence of amalgam fillings on Hg levels and total antioxidant activity in plasma of healthy donors, *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol* 2001 , 43:62-67 ; Pizzichini M, Fonzi M, Giannerini F, Mencarelli M, Gasparoni A, Rocchi G, Kaitsas V, Fonzi L: Influence of amalgam fillings on Hg levels and total antioxidant activity in plasma of healthy donors. *Sci Total Environ* 2003, 301:43-50.

<sup>50</sup> Olivieri G, Brack C, Muller-Spahn F, Stähelin HB, Herrmann M, Renard P, Brockhaus M, Hock C: Mercury induces cell cytotoxicity and oxidative stress and increases beta-amyloid secretion and tau phosphorylation in SHSY5Y neuroblastoma cells. *J Neurochem* 2000, 71:231-236 ; Olivieri G, Novakovic M, Savaskan E, Meier F, Baysang G, Brockhaus M, Müller-Spahn F: The effects of  $\beta$ - Estradiol on SHSY5Y neuroblastoma cells during heavy metal induced oxidative stress, neurotoxicity and  $\beta$ -Amyloid secretion. *Neuroscience* 2002, 113:849-855.

<sup>51</sup> Ionescu JG, Novotny J, Stejskal V, Lätsch A, Blaurock-Busch E, Eisenmann-Klein M: Increased levels of transition metals in breast cancer tissue, *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 27:36-39.

<sup>52</sup> Drasch G, Mailänder S, Schlosser C, Roeder G: Content of non-mercury-associated selenium in human tissues, *Biol Trace Element Res* 2000, 77:219-230 ; Mutter J, Curth A, Naumann J, Deth R, Walach H: Does Inorganic Mercury Play a Role in Alzheimer's Disease? A Systematic Review and an Integrated Molecular Mechanism. *J Alzheimers Dis* 2010, 22:357-374.

Plusieurs expériences réalisées entre 1993 et 1997, avaient déjà révélé que le mercure des amalgames dentaires peut induire l'apparition de bactéries résistantes aux antibiotiques<sup>53</sup>. Il en résulte une résistance générale des bactéries orales et d'autres parties du corps<sup>54</sup>, notamment lorsque les gènes résistants aux antibiotiques sont contenus dans les mêmes éléments mobiles que les opérons résistants au mercure<sup>55</sup>. Cette résistance au mercure est commune dans la flore bactérienne buccale<sup>56</sup>. Les amalgames dentaires posés sur des singes ont également provoqué chez ces derniers le développement d'une flore résistante aux antibiotiques<sup>57</sup>.

d) Pénétration du mercure de l'amalgame dans l'os et la mâchoire

Le scientifique Hahn et ses collègues ont constaté à travers des expériences menées sur des singes et des moutons que le mercure de l'amalgame pénètre facilement dans les racines de la dentine ainsi que dans l'os de la mâchoire<sup>58</sup>. Les mêmes constatations ont été faites au niveau de la dentine humaine par Harris et ses collaborateurs<sup>59</sup>. Ceci confirme l'existence d'un trajet alternatif du mercure issu des amalgames<sup>60</sup> lui permettant de s'introduire dans l'os, la mâchoire puis de s'attaquer au squelette du corps humain.

e) Des maladies de la peau

Le mercure des amalgames dentaires provoque certaines pathologies cutanées. Les études ont, en effet, mis en évidence une corrélation entre l'eczéma atopique, les taux d'IgE et la charge de

---

<sup>53</sup> Liebert CA, Wireman J, Smith T, Summers AO: The impact of mercury released from dental "silver" fillings on antibiotic resistances in the primate oral and intestinal bacterial flora, *Met Ions Biol Syst* 1997, 34:441-460 ; Lorscheider FL, Vimy MJ, Summers AO, Zwiers H: The dental amalgam mercury controversy—inorganic mercury and the CNS; genetic linkage of mercury and antibiotic resistances in intestinal bacteria, *Toxicology* 1995, 97:19-22 ; Summers AO, Wireman J, Vimy MJ, Lorscheider FL, Marshall B, Levy SB: Mercury released from dental "silver" fillings provokes an increase in mercury- and antibiotic-resistant bacteria in oral and intestinal floras of primates. *Antimicrob Agents Chemother* 1993, 37:825-834, cité par Mutter Joachim.

<sup>54</sup> Summers AO, Wireman J, Vimy MJ, Lorscheider FL, Marshall B, Levy SB: Mercury released from dental "silver" fillings provokes an increase in mercury- and antibiotic-resistant bacteria in oral and intestinal floras of primates. *Antimicrob Agents Chemother* 1993, 37:825-834, cité par Mutter Joachim.

<sup>55</sup> Davis IJ, Roberts AP, Ready D, Richards H, Wilson M, Mullany P: Linkage of a novel mercury resistance operon with streptomycin resistance on a conjugative plasmid in *Enterococcus faecium*, *Plasmid* 2005, 54:26-38 ; Skurnik D, Ruimy R, Ready D, Ruppe E, Bernède-Bauduin C, Djossou F, Guillemot D, Pier GB, Andremont A: Is exposure to mercury a driving force for the carriage of antibiotic resistance genes? *J Med Microbiol* 2010, 59:804-807.

<sup>56</sup> Leistevuo J, Jarvinen H, Osterblad M, Leistevuo T, Huovinen P, Tenovuo J: Resistance to mercury and antimicrobial agents in *Streptococcus mutans* isolates from human subjects in relation to exposure to dental amalgam fillings, *Antimicrob Agents Chemother* 2000, 44:456-457 ; Pike R, Lucas V, Stapleton P, Gilthorpe MS, Roberts G, Rowbury R, Richards H, Mullany P, Wilson M: Prevalence and antibiotic resistance profile of mercury-resistant oral bacteria from children with and without mercury amalgam fillings, *J Antimicrob Chemother* 2002, 49:777-783.

<sup>57</sup> Summers AO, Wireman J, Vimy MJ, Lorscheider FL, Marshall B, Levy SB: Mercury released from dental "silver" fillings provokes an increase in mercury- and antibiotic-resistant bacteria in oral and intestinal floras of primates ; *op. cit.* ; Wireman J, Liebert CA, Smith T, Summers AO: Association of mercury resistance with antibiotic resistance in the gram-negative fecal bacteria of primates, *Appl Environ Microbiol* 1997, 63:4494-4503.

<sup>58</sup> Hahn LJ, Kloiber R, Vimy MJ, Takahashi Y, Lorscheider FL: Dental "silver" tooth fillings: a source of mercury exposure revealed by whole-body image scan and tissue analysis, *FASEB Journal* 1989, 3:2641-2646 ; Hahn LJ, Kloiber R, Leininger RW, Vimy M, Lorscheider FL: Whole-body imaging of the distribution of mercury released from dental fillings into monkey tissues, *FASEB Journal* 1990, 4:3256-3260.

<sup>59</sup> Harris HH, Vogt S, Eastgate H, Legnini DG, Hornberger B, Cai Z, Lai B, Lay PA: Migration of mercury from dental amalgam through human teeth, *J Synchrotron Radiat* 2008, 15:123-128.

<sup>60</sup> Mutter Joachim, *op. cit.*

mercure du corps<sup>61</sup>. Les amalgames peuvent induire une réaction lichénoïde<sup>62</sup>. Selon Guttman-Yassky et son équipe, dans plus de 90% des cas, ces lésions guérissent après retrait des amalgames, que le test d'allergie soit positif ou non. La granulomatose s'est également améliorée de cette façon<sup>63</sup>. D'autres formes de dermatites semblent liées aux amalgames dentaires<sup>64</sup>.

Par ailleurs, les amalgames dentaires des femmes étant la source principale de mercure dans le corps des fœtus et des nourrissons, des expériences ont montré que l'eczéma atopique post-natal disparaît après détoxification des bébés<sup>65</sup>.

f) L'hypersensibilité au mercure et les désordres immunitaires

Certaines maladies auto-immunes, telles que l'arthrite rhumatoïde ou le lupus érythémateux systémique pourraient être aussi causées par une exposition constante à de faibles doses de mercure, commune chez les porteurs d'amalgames<sup>66</sup>. Kazantzis a montré que ces effets apparaissent avec des expositions inférieures à ce que certains croient être des limites de sécurité<sup>67</sup>. Des recherches récentes ont montré que le mercure et l'éthylmercure ont la capacité d'inhiber la première étape (phagocytose) des réponses immunitaires innées et acquises des

---

<sup>61</sup> Weidinger S, Kramer U, Dunemann L, Mohrenschlager M, Ring J, Behrendt H: Body burden of mercury is associated with acute atopic eczema and total IgE in children from southern Germany. *J Allergy Clin Immunol* 2004, 114:457-459

<sup>62</sup> Berlin M: Mercury in dental-filling materials - an updated risk analysis in environmental medical terms. In *The Dental Material Commission - Care and Consideration*. Sweden, 2003; Dunsche A, Frank M, Luttes J, Açil Y, Brasch J, Christophers E, Springer IN: Lichenoid reactions of murine mucosa associated with amalgam. *Br J Dermatol* 2003, 148:741-748; Dunsche A, Kastel I, Terheyden H, Springer I, Christophers E, Brasch J: Oral lichenoid reactions associated with amalgam: improvement after amalgam removal, *Br J Dermatol* 2003, 148:70-76; Martin M, Broughton S, Drangsholt M: Oral lichen planus and dental materials: a case-control study, *Contact Dermatitis* 2003, 48:331-336; Wong L, Freeman S: Oral lichenoid lesions (OLL) and mercury in amalgam fillings, *Contact Dermatitis* 2003, 48:74-79.

<sup>63</sup> Guttman-Yassky E, Weltfriend S, Bergman R: Resolution of orofacial granulomatosis with amalgam removal, *J Eur Acad Dermatol Venerol* 2003, 17:344-347.

<sup>64</sup> Guarneri F, Marini H: Perioral dermatitis after dental filling in a 12-year-old girl: involvement of cholinergic system in skin neuroinflammation? *ScientificWorldJournal* 2008, 8:157-163; Pigatto PD, Brambilla L, Guzzi G: Mercury pink exanthem after dental amalgam placement, *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2008, 22:377-378

<sup>65</sup> Wortberg W: Intrauterine Fruchtschädigung durch Schwermetallbelastung der Mutter, *Umwelt Medizin Gesellschaft* 2006, 19:274-280.

<sup>66</sup> Berlin M: Mercury in dental-filling materials - an updated risk analysis in environmental medical terms. In *The Dental Material Commission - Care and Consideration*. Sweden, 2003; Bartova J, Prochazkova J, Kratka Z, Benetkova K, Venclikova Z, Sterzl I: Dental amalgam as one of the risk factors in autoimmune diseases, *Neuro Endocrinol Lett* 2003, 24:65-67; Hultman P, Johansson U, Turley S, Lindh U, Enestrom S, Pollard K: Adverse immunological effects and autoimmunity induced by dental amalgam and alloy in mice, *FASEB Journal* 1994, 8:1183-1190; Hultman P, Lindh U, Horsted-Binslev P: Activation of the immune system and systemic immune-complex deposits in Brown Norway rats with dental amalgam restorations, *J Dent Res* 1998, 77:1415-1425; Pollard KM, Pearson DL, Hultman P, Deane TN, Lindh U, Kono DH: Xenobiotic acceleration of idiopathic systemic autoimmunity in lupus-prone b6 mice, *Environ Health Persp* 2001, 109:27-33; Prochazkova J, Sterzl I, Kucerova H, Bartova J, Stejskal VDM: The beneficial effect of amalgam replacement on health in patients with autoimmunity, *Neuro Endocrinol Lett* 2004, 25:211-218; Stejskal J, Stejskal VD: The role of metals in autoimmunity and the link to neuroendocrinology, *Neuro Endocrinol Lett* 1999, 20:351-364; Stejskal VD, Danersund A, Lindvall A: Metal-specific lymphocytes: biomarkers of sensitivity in man, *Neuro Endocrinol Lett* 1999, 20:289-298; Sterzl I, Procházková J, Hrdá P, Bárťová J, Matucha P, Stejskal VDM: Mercury and nickel allergy: risk factors in fatigue and autoimmunity. *Neuro Endocrinol Lett* 1999, 20:221-228; Via CS, Nguyen P, Niculescu F, Papadimitriou J, Hoover D, Silbergeld EK: Low-dose exposure to inorganic mercury accelerates disease and mortality in acquired murine lupus, *Environ Health Perspect* 2003, 111:1273-1277; Sterzl I, Procházková J, Hrdá P, Matucha P, Bartova J, Stejskal V: Removal of dental amalgam decreases anti-TPO and anti-Tg autoantibodies in patients with autoimmune thyroiditis, *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 27(Suppl 1):25-30.

<sup>67</sup> Kazantzis G: Mercury exposure and early effects: an overview, *Med Lav* 2002, 93:139-147.

humains à de très faibles doses<sup>68</sup>. Pour Mutter, c'est la preuve que des expositions au mercure inférieures à l'exposition moyenne causée par les amalgames dentaires peuvent provoquer des perturbations immunitaires à tous les âges<sup>69</sup>.

g) Les maladies du cœur

Houston a démontré, à travers ses expériences que le mercure peut causer l'hypertension et des infarctus du myocarde<sup>70</sup>. Dans la même veine, Frustaci et ses collègues ont trouvé des accumulations de mercure considérables (22 000 fois supérieures au groupe de contrôle) dans les tissus d'individus atteints d'une forme de déficience cardiaque<sup>71</sup>. Le mercure dentaire serait également à l'origine d'autres maladies cardiovasculaires, telles que l'artériosclérose ou la thrombose comme a pu le démontrer une récente étude de la sud-coréenne<sup>72</sup>.

h) Le système urinaire

Les scientifiques ont prouvé que le mercure contenu dans les amalgames dentaires peut provoquer des troubles et des maladies au niveau du système rénal chez l'homme. Dans les expérimentations animales, une déficience rénale liée aux amalgames dentaires a été observée<sup>73</sup>. En 2002, Mortada et ses collègues ont montré qu'il y avait chez les individus portant des amalgames dentaires plus de signes de dommages tubulaires et glomérulaires que chez les personnes n'ayant pas d'amalgames<sup>74</sup>. De plus, les études sur les amalgames chez l'enfant, fréquemment mentionnées, ont trouvé des signes précurseurs de dommages rénaux (micro-albuminurie)<sup>75</sup> même après seulement 5 ans d'exposition aux amalgames.

i) La maladie d'Alzheimer

Plusieurs études ont montré que le mercure a un rôle pathogène majeur dans la maladie d'Alzheimer<sup>76</sup>. Selon Marie Grosmani et André Picot, ayant observé que l'exposition à de faibles doses de mercure métallique entraîne dans le cerveau un ensemble de perturbations cellulaires caractéristiques du syndrome Alzheimer, ont conclu qu'«il existe une forte

---

<sup>68</sup> Rampersad GC, Suck G, Sakac D, Fahim S, Foo A, Denomme GA, Langler RF, Branch DR: Chemical compounds that target thiol-disulfide groups on mononuclear phagocytes inhibit immune mediated phagocytosis of red blood cells, *Transfusion* 2005, 45:384-393.

<sup>69</sup> Mutter Joachim : Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

<sup>70</sup> Houston Mc: The role of mercury and cadmium heavy metals in vascular disease, hypertension, coronary heart disease, and myocardial infarction, *Altern Ther Health Med* 2007, 13:128-133.

<sup>71</sup> Frustaci A, Magnavita N, Chimenti C, Cladarulo M, Sabbioni E, Pietra R: Marked elevation of myocardial trace elements in idiopathic dilated cardiomyopathy compared with secondary cardiac dysfunction, *J Am Coll Cardiol* 1999, 33:1578-1583.

<sup>72</sup> Kyung-Min Lim et al., Faculté de pharmacie, Université nationale de Séoul, Corée: Low-Level Mercury Can Enhance Procoagulant Activity of Erythrocytes: A New Contributing Factor for Mercury-Related Thrombotic Disease, *Environmental Health Perspectives*, juillet 2010. <http://ehp03.niehs.nih.gov>, cité par Huss Jean, préc.

<sup>73</sup> Galic N, Prpic-Mehicic G, Prester LJ, Blanusa M, Krnic Z, Ferencic Z: Dental amalgam mercury exposure in rats, *Biomaterials* 1999, 12:227-237 ; Pollard KM, Pearson DL, Hultman P, Deane TN, Lindh U, Kono DH: Xenobiotic acceleration of idiopathic systemic autoimmunity in lupus-prone b6bbs mice, *Environ Health Persp* 2001, 109:27-33 ; Prochazkova J, Sterzl I, Kucerova H, Bartova J, Stejskal VDM: The beneficial effect of amalgam replacement on health in patients with autoimmunity, *Neuro Endocrinol Lett* 2004 , 25:211-218.

<sup>74</sup> Mortada WI, Sobh MA, El-Defrawy MM, Farahat SE: Mercury in dental restoration: is there a risk of nephrotoxicity? *J Nephrol* 2002, 15:171-176

<sup>75</sup> Trachtenberg F, Barregård L: The effect of age, sex, and race on urinary markers of kidney damage in Children, *Am J Kidney Dis* 2007, 50:938-945

<sup>76</sup> Haley B: Mercury toxicity: Genetic susceptibilities and synergistic effects, *Medical Veritas* 2005, 2:535-542 ; Haley B, Small T: Biomarkers supporting mercury toxicity as the major exacerbator of neurological illness, recent evidence via the urine porphyrin tests, *Medical Veritas* 2006, 3:1-14 ; Mutter J, Naumann J, Sadaghiani C, Walach H: Quecksilber und die Alzheimer-Erkrankung. *Fortschr Neuro Psychiat* 2007, 75:528-538 ; Mutter J, Naumann J, Guethlin C: Comments on the article "the toxicology of mercury and its chemical compounds" by Clarkson and Magos (2006), *Crit Rev Toxicol* 2007, 37:537-549.

probabilité pour que le mercure des amalgames soit un facteur étiologique majeur de la maladie d'Alzheimer (et des autres pathologies neurodégénératives) »<sup>77</sup>. Plus récemment encore, une analyse systématique de la littérature concernant le rôle du mercure dans le développement de la maladie d'Alzheimer a conclu à une relation de cause à effet significative<sup>78</sup>.

j) La maladie de Parkinson

Plusieurs études, notamment épidémiologiques, ont depuis longtemps mis en évidence les liens de causalité existant entre les métaux lourds et la maladie de Parkinson<sup>79</sup>. Plus particulièrement, le mercure élémentaire a induit une maladie de Parkinson<sup>80</sup>, et dans une étude de cas, l'état du malade s'est considérablement amélioré après un traitement par chélation et est resté inchangé durant les 5 années ultérieures de suivi médical<sup>81</sup>. Dantzig, quant à lui, a mesuré des niveaux nettement plus élevés de mercure dans le sang de 13 patients atteints de la maladie de Parkinson sur 14<sup>82</sup>. Ces résultats corroborent les conclusions d'une étude précédente qui montrait une corrélation entre les niveaux sanguins de mercure et la maladie de Parkinson<sup>83</sup>. Enfin, et plus spécifiquement, Seidler et son équipe ont constaté une exposition au mercure des amalgames dentaires bien plus élevée chez les individus atteints de la maladie de Parkinson que chez le groupe de contrôle<sup>84</sup>.

k) La sclérose en plaques (SEP)

Les études montrent que le mercure contenu dans les amalgames provoque chez les porteurs la sclérose en plaque. Déjà en 1989, Ahlrot-Westerlund avait mesuré chez des patients atteints de sclérose en plaques, des taux de mercure dans le liquide céphalorachidien 5 à 7 fois plus élevés<sup>85</sup>. Pour Mutter Joachim, cette hausse de mercure dans le liquide céphalorachidien est un

---

<sup>77</sup> Marie Grosmanl et André Picot, Le mercure des amalgames dentaires, l'un des principaux facteurs étiologiques de la maladie d'Alzheimer, juin 2007.

<sup>78</sup> Mutter J, Curth A, Naumann J, Deth R, Walach H: Does Inorganic Mercury Play a Role in Alzheimer's Disease? A Systematic Review and an Integrated Molecular Mechanism, *J Alzheimers Dis* 2010, 22:357-374.

<sup>79</sup> Carpenter DO: Effects of metals on the nervous system of humans and animals, *Int J Occup Med Environ Health* 2001, 14:209-218 ; Dantzig PI: Parkinson's disease, macular degeneration and cutaneous signs of mercury toxicity, *J Occup Environ Med* 2006, 48:656 ; Finkelstein Y, Vardi J, Kesten MM, Hod I: The enigma of parkinsonism in chronic borderline mercury intoxication, resolved by challenge with penicillamine, *Neurotoxicology* 1996, 17:291-295 ; Gorell JM, Rybicki BA, Johnson C, Peterson EL: Occupational metal exposures and the risk of Parkinson's Disease, *Neuroepidemiology* 1999 , 18:303-308 ; Miller K, Ochudto S, Opala G, Smolicha W, Siuda J: Parkinsonism in chronic occupational metallic mercury Intoxication, *Neurol Neurochir Pol* 2003 , 37:31-38 ; Ngim CH, Devathanan G: Epidemiologic study on the association between body burden mercury level and idiopathic Parkinson's disease, *Neuroepidemiology* 1989, 8:128-141 ; Ohlson CG, Hogstedt C: Parkinson's disease and occupational exposure to organic solvents, agricultural chemicals and mercury - a case-referent study, *Scand J Work Environ Health* 1981, 7:252-256 ; Rybicki BA, Johnson CC, Uman J, Gorell JM: Parkinson's disease mortality and the industrial use of heavy metals in Michigan, *Mov Disord* 1993, 8:87-92 ; Seidler A, Hellenbrand W, Robra BP: Possible environmental, occupational, and other etiologic factors for Parkinson's disease: a case-control study in Germany, *Neurology* 1996 , 46:1275-84 ; Uversky VN, Li J, Fink AL: Metal-triggered structural transformations, aggregation, and fibrillation of human alpha-synuclein. A possible molecular NK between Parkinson's disease and heavy metal exposure, *J Biol Chem* 2001, 276:44284 44296.

<sup>80</sup> Miller K, Ochudto S, Opala G, Smolicha W, Siuda J: Parkinsonism in chronic occupational metallic mercury Intoxication, *Neurol Neurochir Pol* 2003, 37:31-38.

<sup>81</sup> Finkelstein Y, Vardi J, Kesten MM, Hod I: The enigma of parkinsonism in chronic borderline mercury intoxication, resolved by challenge with penicillamine, *Neurotoxicology* 1996, 17:291-295.

<sup>82</sup> Dantzig PI: Parkinson's disease, macular degeneration and cutaneous signs of mercury toxicity, *J Occup Environ Med* 2006, 48:656.

<sup>83</sup> Ngim CH, Devathanan G: Epidemiologic study on the association between body burden mercury level and idiopathic Parkinson's disease, *Neuroepidemiology* 1989, 8:128-141.

<sup>84</sup> Seidler A, Hellenbrand W, Robra BP: Possible environmental, occupational, and other etiologic factors for Parkinson's disease: a case-control study in Germany, *Neurology* 1996, 46:1275-84

<sup>85</sup> Ahlrot-Westerlund B: Mercury in cerebrospinal fluid in multiple sclerosis, *Swed J Biol Med* 1989, 1:6-7.

facteur aggravant des problèmes associés à la sclérose en plaque<sup>86</sup>. De plus, certaines études ont mis en évidence une corrélation entre la prévalence de la sclérose en plaque et la prévalence des caries<sup>87</sup> ainsi qu'à la présence des amalgames<sup>88</sup>.

Ingalls, quant à lui, avait observé que des épidémies de sclérose en plaques avaient fait leur apparition suite à des expositions aiguës aux vapeurs de mercure entre autres<sup>89</sup>. Issa et ses collègues, pour leur part, constatèrent que le mercure inorganique causait chez les animaux la perte des cellules de Schwann qui construisent la gaine de myéline et stabilise les axones des neurones<sup>90</sup>. Les travaux de Stejskal montrent que la pathogénèse auto-immune, y compris les anticorps contre la protéine de base de la myéline, peuvent être provoquées par le mercure et d'autres métaux lourds<sup>91</sup>.

En outre, les patients atteints de sclérose en plaque auxquels on a retiré les amalgames ont montré une moindre propension à la dépression, à l'agressivité et aux comportements compulsifs comparés aux groupes de personnes atteintes qui avaient gardé leurs amalgames<sup>92</sup>. Ils avaient également des taux de mercure dans le sang considérablement moins élevés<sup>93</sup>. Après retrait des amalgames, les bandes oligoclonales caractéristiques de la pathologie ont disparu du liquide céphalorachidien des malades<sup>94</sup>. Le retrait des amalgames dentaires permit la guérison d'une proportion significative de malades atteints de sclérose en plaques<sup>95</sup>.

Par ailleurs, dans étude rétrospective menée sur 20 000 militaires, les scientifiques ont constaté que le risque de sclérose en plaque chez les individus portant le plus d'amalgames était accru<sup>96</sup>. Ce risque avait été sous-estimé, car la cohorte de l'étude, sélectionnée au moyen d'examen médicaux, était exclusivement constituée d'individus en bonne santé au moment de leur entrée dans l'armée<sup>97</sup>. Un autre problème qui apparaît dans certaines études, est l'absence de documentation concernant le statut dentaire avant et pendant le déclenchement de la sclérose en plaques. Malgré cela, des expériences ont révélé que chez les individus portant des amalgames, les risques de développement de la maladie étaient multipliés par 3.9, par rapport

---

<sup>86</sup> Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

<sup>87</sup> Craelius W: comparative epidemiology of multiple sclerosis and dental caries, *J Epidemiol Comm Health* 1978, 32:155-165 ; McGrother C, Dugmore C, Phillips M, Raymond N, Garrick P, Baird W: Multiple sclerosis, dental caries and fillings: a case-control study, *Br Dent J* 1999, 187:261-264.

<sup>88</sup> Baasch E: Theoretical considerations on the etiology of multiple sclerosis. Is multiple sclerosis a mercury allergy? *Schweiz Arch Neurol Neurochir Psychiatr* 1966, 98:1-19 ; Ingalls T: Epidemiology, etiology and prevention of multiple sclerosis. Hypothesis and fact, *Am J Forensic Med Pathol* 1983, 4:55-61.

<sup>89</sup> Ingalls T: Endemic clustering of multiple sclerosis in time and place, 1934-1984. Confirmation of a Hypothesis, *Am J Forensic Med Pathol* 1986, 7:3-8.

<sup>90</sup> Issa Y, Watts D, Duxbury A, Brunton P, Watson M, Waters C: Mercuric chloride: toxicity and apoptosis in a human oligodendroglial cell line, *Biomaterials* 2003, 24:981-987.

<sup>91</sup> Stejskal J, Stejskal VD: The role of metals in autoimmunity and the link to neuroendocrinology, *Neuro Endocrinol Lett* 1999, 20:351-364 ;

<sup>92</sup> Sibley RL: A comparison of mental health of multiple sclerosis patients with silver/mercury dental fillings and those with fillings removed, *Psychol Rep* 1992, 70:1139-1151.

<sup>93</sup> Sibley RL, Kienholz E, Motl J: Evidence that mercury from silver dental fillings may be an etiological factor in smoking, *Toxicol Lett* 1993, 68:307-310.

<sup>94</sup> Huggins HA, Levy TE: Cerebrospinal fluid protein changes in multiple sclerosis after dental amalgam removal. *Altern Med Rev* 1998, 4:295-300.

<sup>95</sup> Prochazkova J, Sterzl I, Kucerova H, Bartova J, Stejskal VDM: The beneficial effect of amalgam replacement on health in patients with autoimmunity, *Neuro Endocrinol Lett* 2004, 25:211-218.

<sup>96</sup> Bates M, Fawcett J, Garrett N, Cutress T, Kjellstrom T: Related articles, health effects of dental amalgam exposure: a retrospective cohort study, *Int J Epidemiol* 2004, 33:894-902.

<sup>97</sup> Bates M, Fawcett J, Garrett N, Cutress T, Kjellstrom T: Related articles, health effects of dental amalgam exposure: a retrospective cohort study, *Int J Epidemiol* 2004, 33:894-902.

à ceux qui n'en avaient pas<sup>98</sup>. Ce risque accru de sclérose en plaque causé par les amalgames a également été mis en évidence par d'autres chercheurs en 2007<sup>99</sup>.

#### l) Sclérose latérale amyotrophique

Le mercure est accusé d'être un agent pathogène dans la naissance de la sclérose latérale amyotrophique (SLA). Les vapeurs de mercure sont absorbées par les neurones moteurs<sup>100</sup> où elles induisent un stress oxydatif. Les expériences attestent que les vapeurs de mercure favorisent en effet l'apparition de maladies des neurones moteurs comme la sclérose latérale amyotrophique<sup>101</sup>.

Certaines études ont montré une augmentation de la toxicité du glutamate dans les neurones du fait du mercure, le glutamate étant l'un des facteurs de la sclérose latérale amyotrophique. Adams et Ziegler, en 1983, puis Schwarz et ses collègues, en 1996, ont prouvé qu'il y avait une corrélation entre des expositions accidentelles au mercure et la sclérose latérale amyotrophique<sup>102</sup>. Il existe une étude de cas, qui concerne une femme suédoise avec 34 obturations au mercure et qui souffre de sclérose latérale amyotrophique. Elle a guéri quand ses amalgames eurent été retirés<sup>103</sup>. L'étude rétrospective de Bates et de ses collègues, précédemment citée, avait également mis en évidence une relation significative entre un grand nombre d'amalgames et le risque de maladies des neurones moteurs<sup>104</sup>.

#### m) La « maladie des amalgames »

Les scientifiques notent l'existence d'une « maladie des amalgames » dentaires, encore appelée hydrargyrisme. Ils attribuent, en effet, aux obturations contenant du mercure plusieurs symptômes : fatigue chronique, maux de tête, migraines, susceptibilité accrue aux infections, douleurs musculaires, manque de concentration, troubles digestifs, troubles du sommeil, faible capacité de mémorisation, douleurs articulaires, dépression, sensations au cœur, dérèglement végétatif, troubles de l'humeur et bien d'autres<sup>105</sup>.

---

<sup>98</sup> Bates MN: Mercury amalgam dental fillings: an epidemiologic assessment, *Int J Hyg Environ Health* 2006, 209 (Suppl 4):309-316.

<sup>99</sup> Aminzadeh KK, Etminan M: Dental amalgam and multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis, *J Public Health Dent* 2007, 67:64-66.

<sup>100</sup> Pamphlett R, Coote P: Entry of low doses of mercury vapor into the nervous system, *Neurotoxicology* 1998, 19:39-47.

<sup>101</sup> Pamphlett R, Slater M, Thomas S: Oxidative damage to nucleic acids in motor neurons containing mercury, *J Neurol Sci* 1998, 159:121-126 ; Pamphlett R, Waley P: Motor neuron uptake of low dose inorganic mercury, *J Neurol Sci* 1996, 135:63-67 ; Praline J, Guennoc AM, Limousin N, Hallak H, deToffol B, Corcia P: ALS and mercury intoxication: a relationship? *Clin Neurol Neurosurg* 2007, 109 (Suppl 10):880-883 ; Stankovic R: Atrophy of large myelinated motor axons and declining muscle grip strength following mercury vapour inhalation in mice *Inhal Toxicol* 2006, 18:57-69 ; Albrecht J, Matya E: Glutamate: a potential mediator of inorganic mercury neurotoxicity, *Metab Brain Dis* 1996, 11:175-184.

<sup>102</sup> Adams C, Ziegler D, Lin J: Mercury intoxication simulating amyotrophic lateral sclerosis, *JAMA* 1983, 250:642-643 ; Schwarz S, Husstedt I, Bertram H, Kuchelmeister K: Amyotrophic lateral sclerosis after accidental injection of Mercury, *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996, 60:698.

<sup>103</sup> Redhe O, Pleva J: Recovery from amyotrophic lateral sclerosis and from allergy after removal of dental amalgam fillings, *Int J Risk Saf Med* 1994, 4:229-236.

<sup>104</sup> Bates M, Fawcett J, Garrett N, Cutress T, Kjellstrom T: Related articles, health effects of dental amalgam exposure: a retrospective cohort study, *Int J Epidemiol* 2004, 33:894-902.

<sup>105</sup> Lindh U, Hudecek R, Dandersund A, Eriksson S, Lindvall A: Removal of dental amalgam and other metal alloys.

supported by antioxidant therapy alleviates symptoms and improves quality of life in patients with amalgam associated ill health, *Neuro Endocrinol Lett* 2002, 23:459-482 ; Sibley RL: A comparison of mental health of multiple sclerosis patients with silver/mercury dental fillings and those with fillings removed, *Psychol Rep* 1992, 70:1139-1151 ; Sibley RL, Kienholz E, Motl J: Evidence that mercury from silver dental fillings may be an etiological factor in smoking, *Toxicol Lett* 1993, 68:307-310 ; Engel P: Beobachtungen über die Gesundheit vor und nach Amalgamentfernung. [Observations on health before and after removing dental amalgam], Schweiz

#### n) Des effets secondaires chez le personnel de la dentisterie

Les scientifiques ont montré que les dentistes qui travaillent avec les amalgames ont une exposition au mercure supérieure<sup>106</sup>. Dans la plupart des études disponibles, l'exposition au mercure dans les cliniques dentaires a eu pour conséquence des effets nocifs importants chez le personnel de la dentisterie. Dans certaines études, les symptômes cliniques n'étaient pas corrélés aux niveaux de mercure sanguin et urinaire, et certains auteurs ont hâtivement conclu que le mercure n'était donc pas la cause de ces symptômes. Cependant, ces conclusions ne sont pas scientifiques, dans la mesure où les taux de mercure urinaire et sanguin ne sont pas corrélés aux taux de mercure dans les tissus<sup>107</sup>.

En 2007, Lindbohm *et al.* ont constaté que les risques de fausse-couches étaient doublés chez les femmes exposées au mercure de par leur travail. Les effets liés à l'exposition au mercure étaient plus importants que les effets induits par l'exposition aux composés acrylates, aux désinfectants ou aux solvants organiques<sup>108</sup>. Les études menées par Jones et ses collègues ont révélé que même 30 ans après l'arrêt de l'exposition au mercure, les infirmières dentaires montraient des effets secondaires considérables<sup>109</sup>.

Des analyses effectuées sur des praticiens de l'art dentaire ont montré que 85% des dentistes et des techniciens dentaires testés affichaient des paramètres liés à la toxicité du mercure tant au niveau comportemental qu'au niveau physiologique, et que 15% d'entre eux subissaient l'augmentation de déficits neurologiques induit par le mercure, avec polymorphisme du gène CPOX4<sup>110</sup>.

#### o) La stérilité

Les scientifiques ont mis en évidence une relation entre les obturations au mercure et les problèmes obstétricaux ou la stérilité chez les hommes et les femmes. Un taux d'infertilité plus élevé a été constaté par Rowland, Baird et leurs collègues chez les femmes assistantes dentaires exposées aux amalgames<sup>111</sup>.

---

Monatsschr Zahnmed 1998, 108:2-14 ; Godfrey ME, Wojcik DP, Krone CA: Apolipoprotein E genotyping as a potential biomarker for mercury neurotoxicity, J Alz Dis 2003, 5:189-195 ; Sibley RL: The relationship between mercury from dental amalgam and mental health, Am J Psychother 1989, 43:575-587 ; Sibley RL, Motl J, Kienholz E: Psychometric evidence that mercury from silver dental fillings may be an etiological factor in depression, excessive anger, and anxiety, Psychol Rep 1994, 74:67-80 ; Wojcik DP, Godfrey ME, Haley B: Mercury toxicity presenting as chronic fatigue, memory impairment and depression: diagnosis, treatment, susceptibility, and outcomes in a New Zealand general practice setting (1994-2006), Neuro Endocrinol Lett 2006, 27:415-423.

<sup>106</sup> Nylander M, Weiner J: Mercury and selenium concentrations and their interrelations in organs from dental staff and the general population, Br J Ind Med 1991, 48:729-734 ; Harakeh S, Sabra N, Kassak K, Doughan B, Sukhn C: Mercury and arsenic levels among Lebanese dentists: a call for action, Bull Environ Contam Toxicol 2003, 70:629-635 ; Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Erakin C, Kayali A: Blood mercury levels of dental students and dentists at a dental school, Br Dent J 2001, 191:449-452.

<sup>107</sup> Mutter J., Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

<sup>108</sup> Lindbohm ML, Ylöstalo P, Sallmen M: Occupational exposure in dentistry and miscarriage, Occup Environ Med 2007, 64:127-133.

<sup>109</sup> Jones L, Bunnell J, Stillman J: A 30-year follow-up of residual effects on New Zealand School Dental Nurses, from occupational mercury exposure, Hum Exp Toxicol 2007, 26:367-374.

<sup>110</sup> Heyer NJ, Bittner AJ, Echeverria D, Woods J: A cascade analysis of the interaction of mercury and coproporphyrinogen-oxidase (CPOX) polymorphism on the heme biosynthetic pathway and porphyrin production, Toxicol Lett 2006, 161:159-166 ; Echeverria D, Woods JS, Heyer N, Rohlman DS, Farin FM, Bittner AC Jr, Li T, Garabedian C: Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism and associations with cognitive and motor function, Neurotoxicol Teratol 2005, 27:781-796 ; Echeverria D, Woods JS, Heyer NJ, Rohlman D, Farin FM, Li T, Garabedian CE: The association between a genetic polymorphism of coproporphyrinogen oxidase, dental mercury exposure and neurobehavioral response in humans, Neurotoxicol Teratol 2006, 28:39-48.

<sup>111</sup> Rowland A, Baird D, Weinberg C, Shore D, Shy C, Wilcox A: The effect of occupational exposure to the mercury vapour on the fertility of female dental assistants.

De même, dans le cadre de plusieurs études, Gerhard et ses collègues ont montré que les femmes qui ont plus d'amalgames dentaires ou un taux de mercure élevé dans l'urine avaient aussi plus fréquemment des problèmes de stérilité<sup>112</sup>. Aussi, ont-ils constaté que chez certaines patientes stériles, la détoxification des métaux lourds a conduit à des grossesses spontanées<sup>113</sup>. Les hommes ne sont pas épargnés. Une diminution de la fertilité masculine a été constatée chez des hommes exposés au mercure<sup>114</sup>.

p) Susceptibilité accrue au mercure et aux amalgames

Il existe des paramètres de susceptibilité qui pourraient rendre une part significative de la population plus sensible aux amalgames dentaires, à savoir :

❖ Les profils de porphyrines anormaux causés par l'exposition au mercure

Il est bien connu que l'exposition au mercure conduit à une porphyrinurie anormale chez les dentistes<sup>115</sup> et les enfants autistes dont les profils de porphyrines redeviennent normaux après traitement par un chélateur du mercure<sup>116</sup>. Un polymorphisme génétique de la coproporphyrinoxydase (CPOX4)<sup>117</sup> induit une susceptibilité au mercure, et donc à un risque accru de symptômes neurocomportementaux<sup>118</sup>. Pour Mutter, la question cruciale est l'effet des vapeurs de mercure sur les profils de porphyrines du cerveau, une anomalie de l'hème cérébrale ayant été associée à l'incapacité des cellules cérébrales à éliminer les protéines beta-amyloïdes, qui peut dès lors conduire au développement de la maladie d'Alzheimer<sup>119</sup>. Il doit être souligné que les porphyrines mènent à l'hème, et que l'hème est essentiel à plusieurs mécanismes biochimiques : (i) l'hème est l'oxygène transportant les cofacteurs de l'hémoglobine, (ii) l'hème est un cofacteur crucial pour la classe P450 des enzymes qui sont

---

Occup Environ Med 1994, 51:28-34.

<sup>112</sup> Gerhard I, Monga B, Waldbrenner A, Runnebaum B: Heavy metals and fertility. *J Toxicol Environ Health*, 1998, 54:593-611 ; Gerhard I, Waibel S, Daniel V, Runnebaum B: Impact of heavy metals on hormonal and immunological factors, in women with repeated miscarriages, *Hum Reprod Update* 1998, 4:301-309 ; Gerhard I, Runnebaum B: The limits of hormone substitution in pollutant exposure and fertility disorders, *Zentralbl Gynaekol* 1992, 114:593-602.

<sup>113</sup> Gerhard I, Waibel S, Daniel V, Runnebaum B: Impact of heavy metals on hormonal and immunological factors in women with repeated miscarriages, *Hum Reprod Update* 1998, 4:301-309.

<sup>114</sup> Sheiner EK, Sheiner E, Hammel RD, Potashnik G, Carel R: Effect of occupational exposures on male fertility: literature review, *Ind Health* 2003, 41:5:5-62 ; Podzimek S, Prochazkova J, Pribylova L, Bártová J, Ulcová-Gallova Z, Mrklas L, Stejskal VD: Effect of heavy metals on immune reactions in patients with infertility, *Cas Lek Cesk* 2003, 142:285-288 ; Podzimek S, Prochazkova J, Bultasova L, Bartova J, Ulcova-Gallova Z, Mrklas L, Stejskal VD: Sensitization to inorganic mercury could be a risk factor for infertility, *Neuro Endocrinol Lett* 2005, 26:277-282.

<sup>115</sup> Woods J Martin, Naleway CA, Echeverria D: Urinary porphyrin profiles as a biomarker of mercury exposure: studies on dentists with occupational exposure to mercury vapor, *J Toxicol Environ Health* 1993, 40:235-46.

<sup>116</sup> Nataf R, Skorupka C, Amet L, Lam A, Springbett A, Lathe R: Porphyrinuria in childhood autistic disorder: implications for environmental toxicity, *Toxicol Appl Pharmacol* 2006, 214:99-108 ; Geier DA, Geier MR: A prospective assessment of porphyrins in autistic disorders: a potential marker for heavy metal exposure, *Neurotox Res* 2006, 10:57-64 ; Geier DA, Geier MR: A meta-analysis epidemiological assessment of neurodevelopmental disorders following vaccines administered from 1994 through 2000 in the United States, *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 27:401-413.

<sup>117</sup> Heyer NJ, Bittner AJ, Echeverria D, Woods J: A cascade analysis of the interaction of mercury and coproporphyrinogen-oxidase (CPOX) polymorphism on the heme biosynthetic pathway and porphyrin production, *Toxicol Lett* 2006, 161:159-166 ; Echeverria D, Woods JS, Heyer NJ, Rohlman D, Farin FM, Li T, Garabedian CE: The association between a genetic polymorphism of coproporphyrinogen oxidase, dental mercury exposure and neurobehavioral response in humans, *Neurotoxicol Teratol* 2006, 28:39-48.

<sup>118</sup> Woods JS, Echeverria D, Heyer NJ, Simmonds PL, Wilkerson J, Farin FM: The association between genetic polymorphisms of coproporphyrinogen oxidase and an atypical porphyrinogenic response to mercury exposure in humans, *Toxicol Appl Pharmacol* 2005, 206:113-120.

<sup>119</sup> Atamna H, Frey WH: A Role for heme in Alzheimer's disease: Heme binds amyloid and has altered Metabolism, *PNAS* 2004, 101 (Suppl 30):153-158 ;

responsables de la détoxification des xénobiotiques du corps, (iii) l'hème est un cofacteur nécessaire pour l'un des complexes dans le système de transport de l'électron des mitochondries et donc de la synthèse de l'ATP. Par conséquent, l'inhibition de la production de l'hème par le mercure a une multitude d'effets secondaires, causant des syndromes et des maladies chez l'homme<sup>120</sup>.

❖ L'expression du facteur neurotrophique provenant du cerveau

Un polymorphisme génétique du facteur neurotrophique dérivé du cerveau (FNPC) augmente également la sensibilité à de très faibles expositions au mercure<sup>121</sup>.

❖ La diversité de l'apolipoprotéine E

Il a été démontré que les personnes sensibles aux amalgames sont considérablement plus susceptibles d'être porteurs de l'allèle apolipoprotéine (APO-E4) que les groupes de contrôle sans symptôme, et ont moins de chance d'être porteurs de l'APO-E2<sup>122</sup>. APO-E4 est connu pour être le facteur de risque génétique principal de la maladie d'Alzheimer, tandis que l'APO-E2 réduit ce risque<sup>123</sup>. Les scientifiques estiment que ceci est dû à une différence dans la capacité à éliminer les métaux lourds du liquide céphalorachidien<sup>124</sup>. L'APO-E2 possède deux cystéines avec deux groupes sulfhydriles tandis que l'APO-E4 n'en possède aucune<sup>125</sup>.

❖ Le métabolisme du glutathion

Mutter explique que le glutathion réduit est le principal chélateur naturel des métaux lourds dans le corps, grâce à ses sulfhydriles contenant la cystéine. Seul le mercure lié au glutathion (ou au sélénium) est capable de quitter le corps via l'excrétion biliaire ou urinaire. Par conséquent, un haut niveau de glutathion est crucial pour le métabolisme du mercure. Il a été décrit que les polymorphismes génétiques menant à une déficience de la production de glutathion induit une plus grande rétention de mercure organique et inorganique dans l'organisme<sup>126</sup>.

---

<sup>120</sup> Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

<sup>121</sup> Echeverria D, Woods JS, Heyer N, Rohlman DS, Farin FM, Bittner AC Jr, Li T, Garabedian C: Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism and associations with cognitive and motor function, *Neurotoxicol Teratol* 2005, 27:781-796 ; Heyer NJ, Echeverria D, Bittner AJ, Farin FM, Garabedian CC, Woods JS: Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism, and associations with self-reported symptoms and mood, *Toxicol Sci* 2004, 81:354-363.

<sup>122</sup> Godfrey ME, Wojcik DP, Krone CA: Apolipoprotein E genotyping as a potential biomarker for mercury neurotoxicity, *J Alz Dis* 2003, 5:189-195 ; Wojcik DP, Godfrey ME, Haley B: Mercury toxicity presenting as chronic fatigue, memory impairment and depression: diagnosis, treatment, susceptibility, and outcomes in a New Zealand general practice setting (1994-2006), *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 27:415-423.

<sup>123</sup> Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

<sup>124</sup> Mutter J, Naumann J, Sadaghiani C, Schneider R, Walach H: Alzheimer Disease: Mercury as a pathogenic factor and apolipoprotein E as a moderator, *Neuro Endocrinol Lett* 2004, 25:275-283 ; Pendergrass JC, Haley BE, Vimy MJ, Winfield SA, Lorscheider FL: Mercury vapor inhalation inhibits binding of GTP to tubulin in rat brain: similarity to a molecular lesion in Alzheimer diseased brain, *Neurotoxicology* 1996, 18:315-324 ; Haley B: The relationship of toxic effects of mercury to exacerbation of the medical condition classified as alzheimer's disease. [<http://www.fda.gov/ohrms/dockets/dailys/02/Sep02/091602/80027dd5.pdf>] ; Sibling RL, Motl J, Kienholz E: Psychometric evidence that mercury from silver dental fillings may be an etiological factor in depression, excessive anger, and anxiety, *Psychol Rep* 1994, 74:67-80 ; Wojcik DP, Godfrey ME, Haley B: Mercury toxicity presenting as chronic fatigue, memory impairment and depression: diagnosis, treatment, susceptibility, and outcomes in a New Zealand general practice setting (1994-2006), *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 27:415-423 ; Stewart WF, Schwartz BS, Simon D, Kelsey K, Todd AC: ApoE genotype, past adult lead exposure, and neurobehavioral function, *Environ Health Perspect* 2002, 110:501-505.

<sup>125</sup> Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

<sup>126</sup> *Idem.*

q) Troubles neurocomportementaux

Les scientifiques ont prouvé que les amalgames dentaires pouvaient provoquer des troubles neurocomportementaux tels que l'autisme, le déficit de l'attention, l'hyperactivité, etc. Les expériences menées par une équipe de scientifiques conduite par Adams ont montré que « l'exposition au mercure a altéré le nombre de cellules et la division des cellules ; il a été postulé que ces impacts constituaient le mode d'action des effets nocifs observés dans le développement neuronal. Les implications potentielles de telles observations sont évidentes lorsqu'on les évalue dans leur contexte, avec des recherches qui démontrent que l'altération de la prolifération des cellules et leurs effets neuropathologiques sont associés à des déficiences neurocomportementales spécifiques (par exemple, l'autisme) »<sup>127</sup>. Ils ont observé une hausse significative des niveaux de mercure dans les dents des bébés ayant des troubles autistiques en comparaison avec le groupe de contrôle<sup>128</sup>. Le mercure dans les dents des nourrissons reflète l'exposition mercurielle via l'utérus<sup>129</sup>.

Cheuk et Wong ont mesuré de considérables augmentations des taux de mercure sanguins chez des patients atteints de déficit de l'attention et d'hyperactivité, par rapport au groupe de contrôle<sup>130</sup>, tandis que Desoto et Hitlan ont relevé la même chose chez des patients atteints de troubles autistiques<sup>131</sup>.

De plus, des études expérimentales aussi bien qu'épidémiologiques ont prouvé que l'exposition au mercure est responsable de l'autisme ou de l'aggravation de la maladie. L'exposition prénatale aux amalgames maternels<sup>132</sup> et d'autres facteurs, combinés à une sensibilité génétique peuvent provoquer l'autisme<sup>133</sup>.

D'autres études épidémiologiques confirment une association significative entre l'exposition à de faibles doses de mercure et les troubles du développement neurologique<sup>134</sup>. Les enfants

---

<sup>127</sup> Adams JB, Romdalvik J, Ramanujam VM, Legator MS: Mercury, lead, and zinc in baby teeth of children with autism versus controls, *J Toxicol Environ Health* 2007, 70:1046-1051.

<sup>128</sup> *Idem*.

<sup>129</sup> Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

<sup>130</sup> Cheuk DK, Wong V: Attention-deficit hyperactivity disorder and blood mercury level: a case control study in Chinese children, *Neuropediatrics* 2006, 37:234-240.

<sup>131</sup> Desoto MC, Hitlan RT: Blood levels of mercury are related to diagnosis of autism: a reanalysis of an important data set, *J Child Neurol* 2007, 22:1308-1311.

<sup>132</sup> Holmes AS, Blaxill MF, Haley BE: Reduced levels of mercury in first baby haircuts of autistic children, *Int J Toxicol* 2003, 22:277-85 ; Geier DA, Kern JK, Geier MR: A prospective study of prenatal mercury exposure from maternal dental amalgams and autism severity, *Acta Neurobiol Exp* 2009, 69:189-197.

<sup>133</sup> Hornig M, Chian D, Lipkin W: Neurotoxic effects of postnatal thimerosal are mouse strain dependent, *Mol Psychiatry* 2004, 9:833-845.

<sup>134</sup> Amin-Zaki L, Majeed MA, Greenwood MR, Elhassani SB, Clarkson TW, Doherty RA: Methylmercury poisoning in the Iraqi suckling infant: a longitudinal study over five years, *J Appl Toxicol* 1981, 1:210-214 ; Counter SA, Buchanan LH, Ortega F, Laurell G: Elevated blood mercury and neuro-otological observations in children of the Ecuadorian gold mines, *J Toxicol Environ Health* 2002, 65:149-163 ; Debes F, Budtz-Jorgensen E, Weihe P, White RF, Grandjean P: Impact of prenatal methylmercury exposure on neurobehavioral function at age 14 years, *Neurotoxicol Teratol* 2006, 28:363-75 ; Palmer R, Blanchard S, Stein Z, Mandell D, Miller C: Environmental mercury release, special education rates and autism disorder: an ecological study of Texas, *Health&Place* 2006, 12:203-209 ; Rury J: Links between environmental mercury special education and autism in Louisiana, PhD thesis, Louisiana State University, Baton Rouge (LA), 2006 ; Windham GC, Zhang L, Gunier R, Croen LA, Grether JK: Autism spectrum disorders in relation to distribution of hazardous air pollutants in the San Francisco Bay area, *Environ Health Perspect* 2006, 114:1438-1444.

autistes ont des taux effondrés du glutathion, chélateur naturel du mercure<sup>135</sup> et il est connu que le mercure est capable de causer ce phénomène<sup>136</sup>.

Zahir et ses collègues ont souligné que l'accès du mercure... « ...au corps humain via de multiples chemins (air, eau, alimentation, produits cosmétiques et même vaccins) augmente l'exposition. Les fœtus et bébés sont plus susceptibles à la toxicité du mercure. Le mercure contenu dans l'alimentation des mères se transmet au fœtus et aux bébés via le lait maternel. Des baisses de performances de la fonction motrice et de la mémoire ont été reportées parmi les enfants exposés à des quantités de mercure supposées sans danger [...] Le mercure a été mis en cause dans plusieurs types de troubles, parmi lesquels les troubles neurologiques, néphrologiques, immunologiques, cardiaques, moteurs, des troubles de la reproduction et même des troubles génétiques. »<sup>137</sup>. Quelques études ont même évalué la fréquence des symptômes et établi des corrélations troubles neurotoxiques légers/mercure. L'étude de Tübingen a constaté que les troubles évoqués chez les patients porteurs d'amalgames étaient extrêmement proches des symptômes de microhydrargisme décrits en médecine du travail. Pour la première fois, il a été, statistiquement, prouvé qu'il existe une relation entre la concentration en mercure dans la salive - et non le nombre d'obturations en amalgame - et les symptômes déterminés de maladies. Ce serait en particulier le cas pour la chute des cheveux, les troubles à l'estomac et le saignement des gencives.

#### Exemples de liens entre douleur et concentration en mercure

Troubles	Concentration de mercure dans la salive (en µg/l)					
	0-10	11-20	21-50	51-100	101-150	> 150
Troubles fréquents de l'estomac et des intestins	20	25,5	24,5	24,5	30,5	33
Saignements fréquents des gencives	24,8	25,8	28	31	37	36,8

Source : étude de Tübingen

Une autre étude, citée par la Commission européenne, donne même des chiffres précis sur la fréquence des symptômes :

<sup>135</sup> James S, Cutler P, Melnyk S, Jernigan S, Janak L, Gaylor DW, Neubrandner JA: Metabolic biomarkers of increased oxidative stress and impaired methylation capacity in children with autism, Am J Clin Nutr 2004, 80:1611-1617.

<sup>136</sup> James SJ, Slikker W, Melnyk S, New E, Pogribna M, Jernigan S: Thimerosal neurotoxicity is associated with glutathione depletion: protection with glutathione precursors, Neurotoxicology 2005, 26:1-8.

<sup>137</sup> Zahir F, Rizwi SJ, Haq SK, Khan RH: Low dose mercury toxicity and human health, Environ Toxicol Pharmacol 2005, 20:351-360.

**Fréquence des symptômes auprès de patients porteurs d'amalgames ayant autodiagnostiqué un électrogalvanisme (en %)**

Symptômes de type oral	Symptômes somatiques	Symptômes psychologiques
Brûlures 19	Douleurs musculaires 37	Manque d'énergie au travail 51
Goût métallique 16	Maux de tête 27	Qualité de vie détériorée 47
Mal au dents 10	Symptômes neurologiques 25	Fatigue 35
Bouche sèche 8	Articulations douloureuses 24	Anxiété 31
Difficultés à mâcher 4	Vertiges 20	Dépression 28
	Douleurs intestinales 17	Incapacité à se relaxer 18
	Vision diminuée 15	Insomnies 15
	Allergies 14	Irritabilité 12
	Problèmes de peau 13	
	Difficultés respiratoires 12	
	Douleurs de poitrine 11	
	Palpitations cardiaques 11	

- 51 -

	Douleurs lombaires 11	
	Symptômes génitaux 7	
	Perte de cheveux 6	
	Diarrhée 6	
	Sueur 5	
	Constipation 5	

- r) Le mercure dans les tissus infantiles : un risque accru de troubles neurologiques du développement.

Les effets potentiels des métaux lourds, déjà effrayants chez l'adulte, sont plus graves encore chez les enfants : exposé à des doses comparables de toxines, l'organisme d'un fœtus, d'un bébé ou d'un enfant réagit forcément davantage que celui d'un adulte. Au cours des premiers mois et des premières années de sa vie, les organes d'un enfant se développent rapidement, ce qui l'expose davantage aux troubles fonctionnels. Le système nerveux poursuit son développement tout au long de la croissance des enfants, et ces derniers sont donc particulièrement sensibles aux composés chimiques toxiques présents dans leur environnement personnel, dans la nourriture et dans l'eau<sup>138</sup>.

Drasch et ses alliés ont trouvé des niveaux de mercure culminant à 20 ng Hg/g dans les tissus cérébraux d'enfants allemands, qui étaient principalement causés par les amalgames de leurs mères<sup>139</sup>. Des niveaux de mercure de 0.02 ng Hg/g ont provoqué une dégénérescence des axones<sup>140</sup>. En outre, les taux de mercure mesurés dans les cerveaux d'enfants dont la mère porte des amalgames sont suffisants pour inhiber la fonction de la très importante enzyme méthionine synthétase<sup>141</sup>. La méthionine synthétase est cruciale pour la méthylation, une étape centrale de

<sup>138</sup> Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, préc.

<sup>139</sup> Drasch G, Schupp I, Hofl H, Reinke R, Roeder G: Mercury burden of human fetal and infant tissues, Eur J Ped 1994, 153:607-610.

<sup>140</sup> Leong CCW, Syed NI, Lorscheider FL: Retrograde degeneration of neurite membrane structural integrity of nerve growth cones following in vitro exposure to mercury, Neuro Report 2001, 12:733-737.

<sup>141</sup> Waly M, Olteanu H, Banerjee R, Choi SW, Mason JB, Parker BS, Sukumar S, Shim S, Sharma A, Benzecry JM, Power-Charnitsky VA, Deth RC: Activation of methionine synthase by insulin-like growth factor and dopamine: a target for neurodevelopmental toxins and thimerosal, Mol Psychiatry 2004, 9:358-370 ; Deth RC:

la plupart des réactions métaboliques essentielles du corps humain, dont le développement du cerveau, la maturation des cellules nerveuses et la production de neurotransmetteurs. Les amalgames dentaires chez les mères augmentent également, de manière significative, les taux de mercure dans le sang du cordon ombilical<sup>142</sup>. Or, certaines études montrent que le risque de retard de développement neurologique des enfants est 3.58 fois supérieur lorsque les niveaux de mercure dans le sang du cordon sont au-dessus de 0.8 ng Hg/ml<sup>143</sup>.

s) Les réactions allergiques

D'après le rapport du député Gérard Miquel portant les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, il est certain que la pose d'amalgames peut entraîner des réactions allergiques plus ou moins graves et prononcées chez les patients<sup>144</sup>. Alliages et amalgames, conçus et réalisés pour être utilisés au contact du vivant sont des biomatériaux. La biocompatibilité, c'est-à-dire la compatibilité des biomatériaux et de l'organisme n'est pas garantie à 100 %<sup>145</sup>.

Les risques des alliages, en général, dans le tissu mou du corps humain sont les réactions inflammatoires, tissulaires telles que le « tatouage », forme de pigmentation disgracieuse de la gencive ou immunologiques (allergies au sens strict). Les réactions allergiques liées aux amalgames sont connues, mais, sauf exception<sup>146</sup>, sont peu étudiées. Il n'y a pas d'accord général sur la proportion de patients sujets aux allergies, mais, certains estiment qu'elle peut aller jusqu'à 8 % des cas. Un pourcentage suffisant pour s'en inquiéter<sup>147</sup>.

Les allergies aux amalgames appartiennent à la catégorie des allergies dites de contact, avec manifestations cutanées sous forme d'irritation plus ou moins grave de la muqueuse (eczéma, dermatite, « lichen plan »), apparaissant rapidement (24/48 heures) après la pose de l'amalgame, mais pas immédiatement, par opposition aux hypersensibilités immédiates avec asthme et œdèmes. L'allergie est aisément repérable en présence de deux critères : une réaction positive aux tests avec allergènes, et la guérison rapide après suppression de l'allergène, en l'espèce l'amalgame dentaire<sup>148</sup>.

Toutefois, pour Gérard Miquel, s'il est tout à fait certain que la pose d'amalgame peut entraîner des allergies, il est non moins certain que « le mercure, quoique très souvent incriminé, n'est pas le seul agent sensibilisant de l'amalgame dentaire ». Son rôle n'est nullement exclusif. La sensibilité, voire l'hypersensibilité à l'argent, et de plus en plus au cuivre, dont la proportion a sensiblement augmenté dans les amalgames récents, est à prendre en compte<sup>149</sup>.

---

Truth revealed: New scientific discoveries regarding mercury in medicine and autism, Congression Testimony before the US House of Representatives. Subcommittee in human rights and wellness 2004.

<sup>142</sup> Palkovicova L, Ursinyova M, Masanova V, Yu Z, Hertz-Picciotto I: Maternal amalgam dental fillings as the source of mercury exposure in developing fetus and newborn, *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2008, 18(Suppl 3):326-331 ; Unuvar E, Ahmadov H, Kiziler AR: Mercury levels in cord blood and meconium of healthy newborns and venous blood of their mothers: Clinical, prospective cohort study, *Sci Total Environ* 2007, 374 (Suppl 1):60-70.

<sup>143</sup> Jedrychowski W, Jankowski J, Flak E, Skarupa A, Mroz E, Sochacka-Tatara E, Lisowska-Miszczyk I, Szpanowska-Wohn A, Rauh V, Skolicki Z, Kaim I, Perera F: Effects of prenatal exposure to mercury on cognitive and psychomotor function in one-year-old infants: epidemiologic cohort study in Poland, *Ann Epidemiol* 2006, 16:439-447.

<sup>144</sup> Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

<sup>145</sup> *Idem*.

<sup>146</sup> Véron C., Hildebrandt MF., Fernandez JP., les pigmentations gingivales pour l'amalgame dentaire, *J. Bromet. Dent.* 1985, 1, 47-52.

<sup>147</sup> Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, préc.

<sup>148</sup> *Idem*.

<sup>149</sup> *Idem*.

#### t) L'électro galvanisme

Les alliages employés en dentisterie semblent également jouer un rôle dans la genèse d'un autre problème : l'électro-sensibilité résultant du phénomène d'électro galvanisme. Ce dernier consiste dans la création de courants électriques, de très basse tension.

Ce phénomène serait, apparemment, dû à la présence simultanée du mercure avec différents autres métaux en bouche (nickel, cobalt, chrome, or, etc.) – combinaison qui crée des courants électriques (galvaniques) mesurables, créateurs de champs électromagnétiques perturbateurs<sup>150</sup>. Il y a libération d'ions métalliques lorsqu'un amalgame se trouve à proximité d'autres métaux, en particulier d'un alliage métallique plus électropositif, la salive jouant alors le rôle d'électrolyse. La différence de potentiel électrique crée un phénomène de pile, autoentretenu par la corrosion de l'amalgame (le courant accroît la libération d'ions métalliques, et le phénomène de micropile accélère la corrosion)<sup>151</sup>. Les mesures courantes varient entre 4 à 50 micros ampères, avec quelques cas connus à 160 micros ampères. On cite également le cas de vapeurs mercurielles mesurées entre un amalgame et un inlay en or à 450 µg de mercure par m<sup>3</sup><sup>152</sup>.

Les personnes porteuses d'amalgames seraient ainsi plus sujettes aux perturbations électromagnétiques de l'environnement, car les métaux en bouche agiraient comme corps de résonance<sup>153</sup>. En effet, cette réaction est susceptible de générer des manifestations buccales désagréables (goût métallique, brûlures, petites lésions de type « lichen plan »). Le polymétallisme doit donc être évité et les restaurations doivent être les plus homogènes possible<sup>154</sup>.

Scientifiquement donc, l'amalgame dentaire est une cause de multiples maladies et troubles chez l'humain. Au regard de ces effets nocifs incalculables sur la santé des patients, dont certains sont irrémédiables, l'amalgame apparaît, vraisemblablement, comme un poison ou, selon les mots du rapporteur Huss Jean, comme une « bombe à retardement »<sup>155</sup> dans la bouche de ses porteurs. Il suscite aussi d'importantes critiques et de grandes craintes en matière environnementale en raison des pollutions qui peuvent en résulter.

#### 2. La pollution environnementale liée aux rejets du mercure des amalgames dentaires

Il faut rappeler que le mercure appartient à la famille de ce que la communauté scientifique nomme, sans définir unanimement, les métaux lourds et que ces derniers sont présents, naturellement, dans notre environnement, surtout dans la croûte terrestre où ils contribuent à l'équilibre de la planète. Cependant, par l'intervention humaine, ils se disséminent, s'accumulent, se modifient chimiquement, ce qui peut augmenter leur toxicité. Par le biais d'activités minières, industrielles et agricoles, mais aussi de la chasse, et de nombreux produits de consommation qui terminent comme déchets, l'air, l'eau, le sol, les micro-organismes, les plantes, les animaux et, finalement, les êtres humains sont pollués et intoxiqués par les métaux lourds<sup>156</sup>.

---

<sup>150</sup> [www.electrosensible.org/b2/index.php/ehs/presentation\\_ehs](http://www.electrosensible.org/b2/index.php/ehs/presentation_ehs); FEB – The Swedish Association for the ElectroHyperSensitive: [www.org.feb.nu/index\\_int.htm](http://www.org.feb.nu/index_int.htm).

<sup>151</sup> Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

<sup>152</sup> *Idem.*

<sup>153</sup> [www.electrosensible.org/b2/index.php/ehs/presentation\\_ehs](http://www.electrosensible.org/b2/index.php/ehs/presentation_ehs); FEB – The Swedish Association for the ElectroHyperSensitive: [www.org.feb.nu/index\\_int.htm](http://www.org.feb.nu/index_int.htm).

<sup>154</sup> Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

<sup>155</sup> Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, Rapport de la Commission des questions sociales, de la santé et de la famille, Assemblée Parlementaire du Conseil de l'Europe, Doc. 12613, Luxembourg, 12 mai 2011.

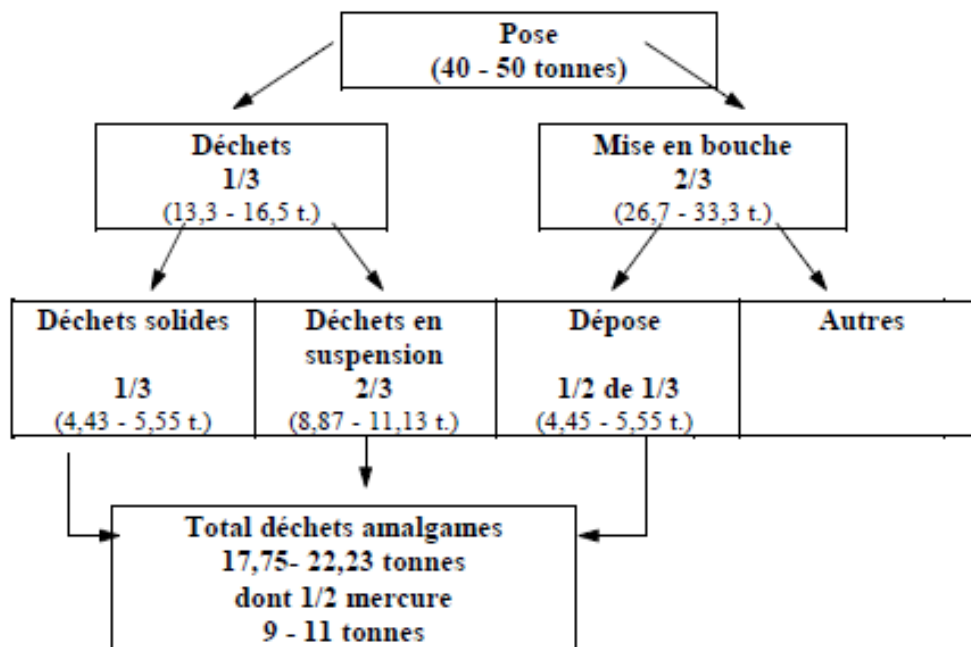
<sup>156</sup> Peter Jennrich, Schwermetalle – Ursache für Zivilisationskrankheiten [Les métaux lourds – cause de maladies de civilisation], Editions Co'med, Hochheim 2007, cité par Huss Jean, *op. cit.*

Outre leur présence naturelle dans l'écorce terrestre et leurs utilisations industrielles, beaucoup de métaux sont présents dans l'environnement humain plus directement, sans que cela soit forcément connu par tous... Il serait une erreur de penser que certaines personnes ne seront pas concernées par la problématique parce qu'elles n'ont pas d'amalgames dentaires ou ne travaillent pas dans une entreprise travaillant les métaux, étant donné que d'autres sources sont susceptibles de les mettre en contact avec des métaux toxiques<sup>157</sup>, et compte tenu du caractère diffus de la pollution mercurielle qui est par ailleurs une pollution transfrontalière.

S'agissant donc de l'amalgame dentaire, en particulier, il n'existe aucun doute que le mercure soit un véritable polluant de l'environnement. Le fait que les premières réglementations sur l'amalgame dentaire soient issues de la Convention OSPAR sur la prévention des pollutions marines est déjà un signal fort pertinent. C'est en effet, par crainte des rejets mercuriels dans les milieux aquatiques que les autorités internationales se sont préoccupées de l'utilisation de l'amalgame dentaire. En France, la première réglementation de l'amalgame (arrêté du 30 mars 1998), était justement relative à l'élimination des déchets d'amalgame<sup>158</sup>.

S'il en est ainsi, c'est parce que l'on sait, en effet, qu'il existe d'importantes quantités de mercure libérées dans les cabinets dentaires. D'après Gérard Miquel, en France, un groupe de travail sur le mercure de l'Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux (AGHTM) avait évalué les déchets mercuriels entre 14,5 et 20 tonnes de mercure par an, même si avec des vérifications opérées par lui conduisent à une évaluation légèrement inférieure comme le montre la figure ci-dessous<sup>159</sup>.

#### Estimation des déchets d'amalgame



Source : Calculs OPECST

<sup>157</sup> Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, *op. cit.*

<sup>158</sup> Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

<sup>159</sup> Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

Aussi, le Consensus de l'OMS sur les amalgames dentaires reconnaît-il clairement que le mercure utilisé en odontologie peut contaminer l'environnement par le biais de l'évacuation des déchets provenant des cliniques dentaires. Les déchets d'amalgames sont en effet classés comme "déchets à risque " pour l'environnement et dont la manipulation exigent précaution et minutie<sup>160</sup>. S'il en est ainsi, c'est parce que le mercure est un des polluants les plus préoccupants du fait de sa toxicité, de sa persistance dans l'environnement et de ses propriétés de bioaccumulation et les amalgames dentaires contribuent aux pollutions de l'environnement par le mercure<sup>161</sup>.

a) La pollution de l'air et de l'atmosphère

Les études démontrent que les niveaux de mercure dans l'environnement augmentent depuis le début de l'ère industrielle (dans les années 1800 à 1850)<sup>162</sup>. De même, d'après le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), il y a eu une hausse alarmante du mercure dans notre environnement<sup>163</sup> et dans le corps humain<sup>164</sup> au cours des dernières décennies. Le PNUE rapporte une multiplication par 3 à 5 durant les 25 dernières années<sup>165</sup>. Dans l'Union européenne, par exemple, l'usage des amalgames représente 120 tonnes annuelles et les dentistes sont le second groupe d'utilisateurs en Europe<sup>166</sup>. Or, on sait que dans les cabinets dentaires, l'amalgame libère du mercure lors de la condensation, du polissage et lors de la dépose d'une restauration. Durant ces actes, la proportion de mercure libérée et susceptible d'être absorbée varie entre 85 et 325 mg/m<sup>3</sup><sup>167</sup> ; ce qui représente une source considérable de pollution mercurielle qui contamine l'air que nous respirons.

La figure ci-dessous représente une synthèse d'études menées dans plusieurs pays en vue de déterminer la teneur en mercure dans l'air des cabinets dentaires :

---

<sup>160</sup> Laurent Aufrere, Les amalgames, mai 2017.

<sup>161</sup> Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, op. cit.

<sup>162</sup> Lockhart WL, Wilkinson P, and others. Current and historical inputs of mercury to high altitude lakes in Canada and to Hudson Bay, Water Air Soil Pollution 1995, 80:603-10, cité par Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3.

<sup>163</sup> UNEP (United Nations Environment Programm Chemicals): Global Mercury Assessment 2002. [<http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/GMA-report-TOC.htm>].

<sup>164</sup> Laks DR: Assessment of chronic mercury exposure within the U.S. population, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006. Biometals 2009.

<sup>165</sup> UNEP (United Nations Environment Programm Chemicals): Global Mercury Assessment 2002. [<http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/GMA-report-TOC.htm>].

<sup>166</sup> Laks DR: Assessment of chronic mercury exposure within the U.S. population, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006, Biometals 2009 ; Hylander L, Lindvall A, Gahnberg L: High mercury emissions from dental clinics despite amalgam separators, Sci Total Environ 2006, 362:74-84.

<sup>167</sup> Société Francophone de Biomatériaux Dentaires, Les amalgames, Université Médicale Virtuelle Francophone, 2009-2010.

## La teneur en mercure dans l'air des cabinets dentaires

### Synthèse d'études étrangères et d'une expérimentation en France

**1<sup>ère</sup> conclusion (études européennes) :** La valeur moyenne constatée dans les cabinets dentaires est de 25 µg/m<sup>3</sup>, soit une valeur de moitié inférieure à la valeur moyenne d'exposition acceptée en France (50 µg/m<sup>3</sup> valeur limite fixée par l'Institut National de la Recherche et de Sécurité).

**2<sup>ème</sup> conclusion :** La concentration en mercure dans l'air est très dépendante de la température. Elle triple entre 80° et 20 °.

**3<sup>ème</sup> conclusion :** La valeur moyenne recouvre des mesures très hétérogènes. La concentration varie dans des proportions considérables, selon le lieu de la mesure, dans une proportion de 1 à 1.000.

Exemple de mesures dans un cabinet dentaire :

- mercure dans la salle d'attente	0,1 µg/m <sup>3</sup> d'air
- moyenne cabinet	7,8 µg/m <sup>3</sup> d'air
- mercure dans la poubelle	8,6 µg/m <sup>3</sup> d'air
- mercure près de l'amalgameur	13,8 µg/m <sup>3</sup> d'air
- mercure sur le lieu de stockage des déchets	91,9 µg/m <sup>3</sup> d'air

**4<sup>ème</sup> conclusion :** Ces mesures font apparaître des pics de concentration et par conséquent, des lieux à surveiller tout particulièrement.

Ces études démontrent que dans un cabinet dentaire où l'amalgame est manipulé, l'air ambiant respiré par le personnel et par les patients est, en général, pollué et que les lieux de stockage des déchets d'amalgames sont des zones à risque, en raison des fortes concentrations de mercure qui s'y dégagent.

Le mercure peut aussi polluer l'atmosphère lorsque des résidus d'amalgames sont accidentellement ou intentionnellement rejetés avec des déchets municipaux solides ou des déchets biomédicaux. L'incinération des déchets municipaux solides ou biomédicaux ouvre au mercure une voie directe vers l'atmosphère. Dans les dépotoirs, le mercure qui se volatilise fait partie des gaz des dépotoirs et il est rejeté dans l'atmosphère<sup>168</sup>.

Comme l'explique Luke Trip, l'impact de l'augmentation du mercure dans notre environnement se fait sentir partout dans le monde, car les vapeurs de mercure sont transportées par les courants d'air dans un phénomène connu de transport atmosphérique<sup>169</sup>. Le même phénomène est à l'origine des pluies acides et des problèmes qui en résultent<sup>170</sup>.

<sup>168</sup> Gouvernement du Canada, Le mercure et la dentisterie, <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/polluants/mercure-environnement/produits-contenant/dentisterie.html>

<sup>169</sup> Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3.

<sup>170</sup> Canada, Minister of Supply and Services, Still waters, the chilling reality of acid rain, report of the Subcommittee on Acid Rain of the Standing Committee on Fisheries and Forestry, 1981, Catalogue # XC 29-321/2-01<sup>E</sup>, cité par Luke Trip, *op. cit.*

Le mercure est également transporté à partir de diverses sources d'émissions vers des environnements récepteurs éloignés<sup>171</sup>. En effet, malgré le fait qu'il soit très dense, la forme élémentaire du mercure est volatile. Il peut s'évaporer et se déplacer dans l'atmosphère au gré des courants d'air, affectant ainsi les écosystèmes extrêmement éloignés de la source d'émission.

b) La pollution des cours d'eau, sols et des nappes phréatiques

Les vapeurs de mercure qui pénètrent l'atmosphère sont capturées par les précipitations et autres événements pluvieux, augmentant ainsi la charge de contamination mercurielle pénétrant dans les lacs et les rivières, provenant de diverses sources terrestres telles que les effluents de traitement des eaux usées et les boues d'épuration épandues<sup>172</sup>.

Il a, en effet, été prouvé que le mercure rejeté des amalgames dentaires se retrouve dans les eaux usées. Par exemple, de récents calculs effectués par des scientifiques suédois montrent qu'il y a 40 tonnes de mercure dans les dents de la population suédoise, soit l'excrétion annuelle de 100 kg de mercure dans les eaux usées<sup>173</sup>. Les experts estiment que 1200 à 1300 tonnes de mercure dentaire sont stockées dans les dents des citoyens européens (27 pays)<sup>174</sup>, et pour les Etats-Unis ce sont 1000 tonnes de mercure. Selon Bender, les amalgames dentaires sont la troisième source de pollution mercurielle aux Etats-Unis<sup>175</sup>.

Contrairement à l'Europe, les amalgames retirés ne sont, souvent, pas séparés des eaux usées des cliniques dentaires au pays de l'Oncle Sam<sup>176</sup>, ce qui implique un rejet de mercure dentaire dans les canalisations municipales et une infiltration des sols et des cours d'eau et des nappes phréatiques par le mercure. Une situation identique a été observée, en Afrique. Dans le cadre d'une thèse de doctorat en chirurgie dentaire au Sénégal, une enquête menée auprès de 69 cabinets dentaires a révélé que 92,75% de cabinets rejettent les déchets d'amalgame dans le circuit des eaux usées, 66,7% sont reliés à des égouts et 33,3% à des fausses sceptiques<sup>177</sup>. Par ailleurs, même dans les pays européens, dans lesquels des séparateurs sont utilisés, des parties des amalgames dentaires se retrouvent dans l'environnement<sup>178</sup>.

Les boues des stations d'épuration sont également contaminées par les excréments et les urines des porteurs d'amalgames. Elles polluent ensuite les sols quand elles sont épandues<sup>179</sup>. Une étude réalisée en Hollande, en 1990, avait révélé que les cinq premiers mètres de conduites d'égout directement situées après l'unité de soins concentraient plusieurs kilos de restes d'amalgames sous forme de sédiments. Une étude réalisée au Danemark, rapportée par la Commission d'enquête du Conseil de l'Ordre des Chirurgiens-Dentistes, évaluait, pour sa part, les résidus d'amalgames rejetés dans les égouts entre 100 mg et 800 mg par jour et par praticien,

---

<sup>171</sup> Luke Trip, *op. cit.*

<sup>172</sup> Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3.

<sup>173</sup> Hylander L, Lindvall A, Gahnberg L: High mercury emissions from dental clinics despite amalgam separators, Sci Total Environ 2006, 362:74-84 ; Hylander L, Lindvall A, Uhrberg R, Gahnberg L, Lindh U: Mercury recovery in situ of four different dental amalgam separators, Sci Total Environ 2006, 366:320-336.

<sup>174</sup> Hylander L, Lindvall A, Gahnberg L: High mercury emissions from dental clinics despite amalgam separators, Sci Total Environ 2006, 362:74-84.

<sup>175</sup> Bender M: Taking a bite out of dental mercury pollution. New England zero Mercury Campaign. [[http://mpp.cclearn.org/wp-content/uploads/2008/08/nezmc\\_report\\_card\\_on\\_dental\\_mercury\\_final.pdf](http://mpp.cclearn.org/wp-content/uploads/2008/08/nezmc_report_card_on_dental_mercury_final.pdf)].

<sup>176</sup> Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

<sup>177</sup> Attal Eveline, Comportements à risque de pollution mercurielle pour la santé et l'environnement liés à l'amalgame dentaire, thèse, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 13 avril 2005.

<sup>178</sup> Hylander L, Lindvall A, Gahnberg L: High mercury emissions from dental clinics despite amalgam separators, Sci Total Environ 2006, 362:74-84

<sup>179</sup> Gouvernement du Canada, Le mercure et la dentisterie, <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/polluants/mercure-environnement/produits-contenant/dentisterie.html>

la quantité globale annuelle rejetée entre 100 et 200 grammes de mercure par dentiste<sup>180</sup>. Appliqués à la France, ces résultats donneraient un rejet global de 4 à 8 tonnes par an. A partir de l'étude hollandaise, on a pu chiffrer la quantité de sédiments mercuriels présente dans les conduites d'égout entre 16 et 33 tonnes<sup>181</sup>.

Selon une autre étude réalisée en 2002, environ 60% des résidus d'amalgames ne sont pas recueillis par les systèmes de succion classiques<sup>182</sup>. Ces résidus d'amalgames peuvent parcourir les systèmes d'égouts municipaux jusqu'aux installations de traitement des eaux usées et être rejetés directement dans des cours d'eau ou finir dans les boues d'épuration. Lorsque ces boues sont répandues sur un terrain, le mercure qui s'y trouve peut passer contaminer le sol et la nappe phréatique<sup>183</sup>. Il peut aussi, comme indiqué précédemment, se volatiliser à partir du sol et être émis dans l'atmosphère. Selon des études européennes, entre 60 et 90 tonnes de mercure issues des cabinets contamineraient ainsi chaque année l'atmosphère, les eaux de surface et les sols d'Europe<sup>184</sup>.

En outre, lorsque des résidus d'amalgames sont rejetés, le taux de libération du mercure peut varier selon la taille des particules d'amalgame et les conditions environnementales, par exemple, la chimie et la température des milieux, tels que les égouts, les sols, les boues et les masses d'eau dans lesquels les eaux d'égout se déversent<sup>185</sup>.

c) La contamination de la faune et de la flore

Une fois entré dans l'atmosphère, le mercure peut se déposer sur les sols ou les masses d'eau, et, finalement, être absorbé par les poissons, la faune et les humains. À cause de la capacité du mercure à se déplacer sur de longues distances avec les courants venteux, le mercure rejeté d'une source ponctuelle peut rester sur place dans l'environnement ou être transporté, au fil du temps, régionalement ou même globalement, et se déposer loin de la source<sup>186</sup>.

Les concentrations de méthylmercure augmentent le long de la chaîne alimentaire et avec l'âge<sup>187</sup>. En effet, comme l'explique Luke Trip, dans le milieu naturel, le mercure qui pénètre dans les masses d'eau, y compris les résidus d'amalgames de cabinets dentaires, peut être transformé par les bactéries présentes dans la colonne d'eau et les sédiments des lacs et des rivières en une classe de composés chimiques organométalliques dénommés collectivement méthylmercure. Le méthylmercure est persistant dans l'environnement. Il se bio-accumule dans les tissus et les organes vivants et est extrêmement toxique<sup>188</sup>.

Ainsi, le mercure dentaire libéré dans l'environnement contamine les plantes et les animaux. Hahn et ses collègues ont constaté, à travers des expériences menées sur des singes et des moutons, que le mercure de l'amalgame pénètre, facilement, dans les racines de la dentine ainsi que dans l'os de la mâchoire<sup>189</sup>. Le mercure peut perturber la reproduction et le comportement des oiseaux. Certains phoques et certaines baleines des régions arctiques, de même que certains

---

<sup>180</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

<sup>181</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

<sup>182</sup> Watson et al. 2002, cité par Gouvernement du Canada, Le mercure et la dentisterie, *op. cit.*

<sup>183</sup> *Idem.*

<sup>184</sup> P. Maxon, Mercury in Dental Use: Environmental Implications for the European Union, European Environmental Bureau, 2007, cité par M. Huss.

<sup>185</sup> Gouvernement du Canada, Le mercure et la dentisterie, *op. cit.*

<sup>186</sup> *Idem.*

<sup>187</sup> Green Facts, Mercure, <https://www.greenfacts.org/fr/mercure/mercure-1.htm>.

<sup>188</sup> Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, *op. cit.*

<sup>189</sup> Hahn LJ, Kloiber R, Vimy MJ, Takahashi Y, Lorscheider FL: Dental "silver" tooth fillings: a source of mercury exposure revealed by whole-body image scan and tissue analysis, *FASEB Journal* 1989 , 3:2641-2646 ; Hahn LJ, Kloiber R, Leininger RW, Vimy M, Lorscheider FL: Whole-body imaging of the distribution of mercury released from dental fillings into monkey tissues, *FASEB Journal* 1990 , 4:3256-3260.

mammifères marins prédateurs des eaux chaudes peuvent encourir des risques<sup>190</sup>. Au Canada et aux Etats-Unis, les études ont montré de fortes concentrations de mercure dans les tissus de poissons<sup>191</sup>, ou des problèmes particuliers d'eau. Dans certains cas, le problème touchait des provinces entières telles que le Nouveau-Brunswick ou la Nouvelle-Écosse<sup>192</sup>. De même, certains écosystèmes, tels que les sols forestiers, pourraient être perturbés par le mercure<sup>193</sup>. Aussi, existe-t-il des matériaux de substitution aux amalgames dentaires au mercure.

#### IV. L'amalgame dentaire au mercure, un produit substituable

Avec l'évolution de la science et de la technique, divers matériaux d'obturation dentaires sans mercure ont été élaborés au fil du temps. Ils sont disponibles (A) et permettent de lutter contre les lésions carieuses dans des conditions quasiment identiques. Complémentairement à ces matériaux de substitution, il existe aussi des solutions permettant de réduire les résidus mercuriels libérés par les amalgames dentaires (B).

##### A. Disponibilité des matériaux alternatifs

Des matériaux de substitution de l'amalgame dentaire en technique directe existent. Selon l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé en France, ces matériaux ne contiennent pas de mercure et peuvent constituer une alternative aux amalgames pour les mêmes indications cliniques (traitement de la carie dentaire) et pour la même technique d'utilisation c'est-à-dire la technique directe<sup>194</sup> (1). La technique indirecte consiste à prendre l'empreinte de la cavité destinée à être obturée et à l'envoyer au prothésiste. Ce dernier façonne la pièce qui sera ensuite scellée ou collée par le dentiste lors d'une seconde séance<sup>195</sup> (2).

##### 1. Les matériaux de substitution en techniques directes

La technique directe consiste à placer un matériau en phase plastique dans la cavité résiduelle et à le faire durcir à l'intérieur. Cette technique a l'avantage d'être rapide et simple. Elle ne fait, normalement, pas intervenir le prothésiste<sup>196</sup>. Les matériaux alternatifs pouvant recevoir application de cette méthode sont les composites et compomères (a) ainsi que les ciments verres ionomères (b).

##### a) Les composites et compomères

Un composite est, comme son nom l'indique, un matériau constitué de deux composants, au moins, un produit d'obturation, constitué par une résine à usage dentaire qui est le composant chimiquement actif du composite, et un durcisseur. Techniquement, ce sont des matériaux composés d'une matrice organique résineuse (Bis-GMA ou Uréthanes), de charges (Silice, verres métaux lourds, ou plus les céramiques pour les Ormocers) et d'un agent de couplage (Silane)<sup>197</sup>.

L'ensemble se présente sous forme de pâte molle injectée dans la dent par pression sur le piston d'une seringue en plastique. Le processus par lequel la pâte se transforme en matériau dur est dû à la polymérisation de la résine, processus qui modifie la structure des éléments et donne au

<sup>190</sup> Green Facts, Mercure, <https://www.greenfacts.org/fr/mercure/mercure-1.htm>

<sup>191</sup> USEPA, Office of Science and Technology, Listing of fish and wildlife advisories, August 1999, URL: <http://fish.rti.org/>.

<sup>192</sup> Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3.

<sup>193</sup> Green Facts, Mercure, <https://www.greenfacts.org/fr/mercure/mercure-1.htm>

<sup>194</sup> ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, avril 2015

<sup>195</sup> *Idem*.

<sup>196</sup> Haute Autorité de Santé, Service évaluation des actes professionnels, Reconstitution d'une dent par matériau incrusté (inlay-onlay) – Rapport d'évaluation technologique, juillet 2009, cité par ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, avril 2015.

<sup>197</sup> ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, *op. cit.*

composite sa consistance définitive. Cette polymérisation a lieu, soit par mélange des pâtes, (composites de première génération), soit par ajout d'un liquide, soit enfin par rayonnement, par activation de molécules incorporées dans le composite et sensibles à la lumière. Le composite adhère à la dent après application d'un adhésif, c'est-à-dire par collage. Le résultat final est une obturation esthétique ayant la même couleur que la dent<sup>198</sup>.

Les propriétés mécaniques des résines composites varient en fonction de la proportion des différents constituants, de l'emplacement de la cavité (molaire, prémolaire...), du type de lampe à photopolymériser et des conditions de travail en termes d'humidité. Ces techniques esthétiques adhésives nécessitent une grande rigueur et sont très sensibles aux conditions opératoires. La phase de collage étant sensible à l'humidité, l'utilisation d'une digue s'avère nécessaire<sup>199</sup>.

Ce sont des matériaux issus de la nanotechnologie, d'une fiabilité éprouvée et dont la stabilité est renforcée par une photopolymérisation extrêmement rapide.



Dents restaurées à partir de résines composites – Sources : [www.dentiste-republique.fr](http://www.dentiste-republique.fr)

Les compomères, quant à eux, sont des résines composites polymérisables auxquelles ont été ajoutées des particules de verre ionomère. Un système adhésif et une étape de collage sensible à l'humidité, et une phase de polymérisation sont nécessaires pour obturer durablement les cavités dentaires. Les propriétés mécaniques de ce matériau sont inférieures à celles observées avec les composites. L'utilisation des compomères n'est pas très répandue à ce jour<sup>200</sup>.

#### b) Les ciments verres ionomères

Les ciments verres ionomères sont de deux sortes : les ciments verres ionomères (CVI) traditionnels et les CVIMAR. Les premiers sont constitués d'une poudre (alumine, silice et fluorure de calcium) et d'un liquide (acides polyalkénoïque, acrylique, itaconique et tartrique, et adaptateurs de viscosité) à mélanger.

Initialement utilisés comme ciment pour le collage des pièces prothétiques ou en obturation temporaires, ces matériaux ne nécessitent pas de phase de collage pour adhérer à la dent. La

---

<sup>198</sup> *Idem.*

<sup>199</sup> *Ibidem.*

<sup>200</sup> ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, préc.

présence de fluorure dans sa composition en fait un matériau approprié pour la prévention de la carie dentaire. En effet, les CVI libèrent des ions fluorures dans la dent et la salive pendant et après la prise. Ces ions ont pour effet principal de renforcer et reminéraliser l'émail.

Cependant, les CVI traditionnels sont sensibles à l'humidité et à la dessiccation. De plus, les CVI possèdent des propriétés mécaniques très limitées et s'érodent plus rapidement que les composites et les amalgames. L'utilisation de ce produit est cantonnée aux dents temporaires, en gériatologie, ou pour combler les fissures susceptibles d'entraîner l'apparition de caries, au niveau des dents exposées à de faibles contraintes mécaniques.

Afin de pallier les limites des CVI traditionnels, les CVIMAR ont été développés. Il s'agit de CVI modifiés par addition de petites quantités de résine (HEMA ou BISGMA). La résine permet d'améliorer les propriétés mécaniques du matériau sans altérer les propriétés d'adhérence au tissu dentaire des CVI traditionnels ou le relargage d'ions fluorures. Les caractéristiques mécaniques ainsi obtenues restent moins performantes que celles des composites, mais permettent l'obturation de tous les types de cavités sur les dents de lait, et des cavités de faible étendue sur les dents définitives. La prise complète du matériau nécessite une phase de photopolymérisation. Ces matériaux sont plus esthétiques que les amalgames, et sont ainsi plus adaptés à la restauration des dents antérieures.

Il existe également des CVI auxquels sont incorporés des particules métalliques (argent le plus souvent). Ces matériaux présentent des propriétés mécaniques faiblement supérieures aux CVI traditionnels. De plus, ils ne sont pas esthétiques du fait de la présence d'argent.

On constate donc qu'il existe non seulement une diversité et une multiplicité de matériaux alternatifs à l'amalgame dentaire en technique directe, mais aussi et surtout que de tous ces matériaux, les composites sont ceux qui offrent de meilleures garanties de substitution. Il convient de voir si les matériaux de substitution en techniques indirectes peuvent aussi se révéler autant salvateurs. Quid des matériaux de substitution en techniques indirectes.

## 2. Les matériaux de substitution en techniques indirectes

Lorsque l'acte conservateur nécessite le retrait d'une quantité importante de tissu dentaire et entraîne la formation d'une cavité de moyenne ou grande étendue, en particulier, au niveau des dents postérieures, une restauration par technique indirecte à l'aide de pièces prothétiques peut être réalisée.

Différents matériaux peuvent être utilisés en technique indirecte, à l'instar de l'or, mais également différents procédés de mise en forme peuvent être employés, notamment pour les céramiques (céramiques feldspathiques stratifiées, pressées ou usinées par le procédé CFAO, Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur). On les désigne aussi sous les vocables "inlays/onlays" ou de matériaux incrustés. Initialement en or, ils sont, aujourd'hui, principalement constitués de céramique ou de résine, qui sont plus esthétiques. Outre la grande variété des systèmes céramiques connus et éprouvés depuis de nombreuses années, il faut tenir compte des dernières nouveautés qui révolutionnent le domaine de la prothétique à savoir : Zirconium ou oxyde de zirconium, CEREC InLab système CAO/FAO, Spinell ( $MgAl_2O_4$ ), Alumina ( $Al_2O_3$ ), Zirconia ( $ZrO_2$ ), l'or restant une alternative très stable.

Ils sont façonnés en laboratoire à partir de l'empreinte de la dent après éviction de la carie, puis ces inlay/onlay seront collés ou scellés à la dent lors d'une seconde intervention médicale. Ces matériaux ont la particularité d'être très solides, pérennes et esthétiques. Ils ne constituent pas une alternative à l'amalgame proprement dit, la technique de restauration n'étant pas identique (technique directe pour les amalgames). Les inlays/onlays peuvent néanmoins représenter une option intéressante en cas de dépose d'amalgame entraînant une perte dentaire importante. Il existe également des inlays/onlays réalisés en technique semi-directe. Cette technique ne fait

pas intervenir de phase de laboratoire, l'ensemble de la pièce prothétique étant réalisé au fauteuil par un procédé de CFAO.

Vraisemblablement, la multiplicité de ces matériaux alternatifs performants, esthétiques et innovants commande de remettre en cause l'idée répandue dans la pratique selon laquelle les amalgames sont, de loin, les meilleurs matériaux d'obturation des dents cariées. Aussi, des solutions de réduction des résidus mercuriels existent-ils.

## B. L'existence de solutions de réduction des résidus mercuriels

Par résidus mercuriels, nous entendons les particules de mercure qui se déposent dans l'organisme des porteurs d'amalgames et/ou que ces derniers libèrent dans l'environnement. Avec l'évolution de la science et de la technique, des solutions pour réduire ces résidus ont été mis en place. Nous faisons, ici, référence à deux solutions : la chélation (a.) et la séparation (b.).

### a. La chélation

La chélation est un processus physico-chimique au cours duquel est formé un complexe, le chélate, entre un ligand, dit chélateur (ou chélatant), et un cation métallique, alors complexé, dit chélate. Le chélateur forme, au moins, deux liaisons avec le métal, d'où le nom issu du grec "khêlê" qui signifie pince<sup>201</sup>. En clair, la chélation consiste à introduire dans l'organisme humain des molécules capables de fixer le mercure afin de faciliter son élimination.

Les agents chélateurs du mercure sont, souvent, des composés sulfhydryl, c'est à dire contenant un groupe soufre-hydrogène SH, appelé également groupe thiol. Les groupements thiols de ces molécules entrent en compétition avec ceux des systèmes enzymatiques pour fixer le mercure. Un bon chélateur devrait, en principe, être hydrosoluble pour éviter l'effet de redistribution du mercure dans les organes<sup>202</sup>.

Il existe plusieurs types de chélateurs. On trouve par exemple le DMPS qui est un dithiol hydrosoluble qui se lie au mercure inorganique. Grâce à son faible poids atomique, il est, facilement, filtré par les reins et éliminés par les urines. Il ne chélate pas le mercure dans le cerveau. Le DMPS chélate d'autres métaux, comme l'arsenic, le plomb, le cadmium et le zinc. Il a été utilisé dans le traitement de la maladie de Wilson (accumulation de cuivre dans l'organisme). Il peut être utilisé en intraveineux ou par voie orale<sup>203</sup>.

Un autre chélateur utilisable contre l'hydrargyrisme est le DMSA (succimer). Il s'emploie oralement et présente une forte odeur de soufre. Il est utilisé en cas d'intoxications au mercure organique et inorganique<sup>204</sup>. Comme le DMPS, il a un faible poids moléculaire et il est aussi facilement éliminé par les reins. Il ne chélate pas le mercure dans le cerveau. Le DMSA chélate d'autres métaux (arsenic, plomb, cadmium), mais aussi certains minéraux essentiels comme le zinc et le cuivre<sup>205</sup>.

D'autres chélateurs existent encore. C'est par exemple le cas des chélateurs EDTA et EGTA, HgEDTA et HgEGTA, le BAL (dimercaprol), l'Acide alpha lipoïque. Certains composés et métaux lourds tels que le sélénium, le zinc, la cytidine-diphosphate-choline (CDP-choline ou

---

<sup>201</sup> Mercure et amalgames dentaires : état de l'art, avril 2009, dernière mise à jour : décembre 2017

<sup>202</sup> Un chélateur liposoluble peut avoir un effet redistributeur vers les organes ciblés. La chélation présente donc un risque pour la santé, lié à cette redistribution éventuelle du mercure et doit donc être encadrée médicalement ; v. Mercure et amalgames dentaires : état de l'art, avril 2009, dernière mise à jour : décembre 2017.

<sup>203</sup> Mercure et amalgames dentaires : état de l'art, avril 2009, dernière mise à jour : décembre 2017.

<sup>204</sup> Mercure et amalgames dentaires : état de l'art, avril 2009, dernière mise à jour : décembre 2017.

<sup>205</sup> Les patients traités au DMSA peuvent présenter des effets secondaires, v. Mercure et amalgames dentaires : état de l'art, Avril 2009, Dernière mise à jour : décembre 2017.

citocholine), le GSH et la Cystéine (NAC)<sup>206</sup> contiennent des propriétés de chélation employées pour fixer et éliminer le mercure dans l'organisme<sup>207</sup>.

Notons, par ailleurs, que certains facteurs peuvent augmenter la susceptibilité au mercure, par exemple les niveaux de sélénium, des réactions anormales des granulocytes neutrophiles, une activité de la superoxyde dismutase, la méthionine synthase positive aux récepteurs D4, un dysfonctionnement de la transsulfuration de la méthionine et des voies de la méthylation (environ 15% de la population), provoquent une diminution des agents protecteurs du mercure, comme la S-adényl-méthionine, la cystéine, le glutathion ou la métallothionine<sup>208</sup>.

Dans le cadre de récentes études sur les pathologies cérébrales ayant révélé une hausse des niveaux de mercure et des marqueurs de stress oxydatif associés au mercure chez des patients atteints de troubles autistiques, la prise du DMSA a permis d'isoler<sup>209</sup> et d'éliminer de fortes concentrations de coproporphyrine, qui est spécifique à l'intoxication au mercure<sup>210</sup>. La détoxification du mercure à l'aide du DMSA avait donc permis de normaliser les taux de coproporphyrine chez les enfants autistes<sup>211</sup> et d'améliorer les symptômes<sup>212</sup>.

Ainsi, le choix d'une bonne solution de chélation du mercure peut permettre d'en réduire la proportion dans l'organisme d'une personne victime d'hydrargyrisme. La séparation du mercure est une autre option salutaire.

#### b. La séparation

Les séparateurs d'amalgame constituent la base d'un système global de récupération et de recyclage des déchets à risque. Ils sont conçus pour empêcher les particules provenant des interventions dentaires d'être rejetées dans les eaux usées. Un tel système existe depuis de nombreuses années dans quelques pays d'Europe (Allemagne, Pays-Bas, Suède...), et a été imposé en France par l'arrêté du 30 mars 1998. Cette mesure fait suite à une recommandation du CSHPF du 9 novembre 1995 qui avait jugé les exemples étrangers performants<sup>213</sup>.

---

<sup>206</sup> Ballatori et al., 1998, Sener *et al.*, 2003

<sup>207</sup> Mais il faut souligner qu'ils présentent quasiment tous quelques risques d'effets secondaires. Ce qui suppose que le choix d'un chélateur doit se faire après étude minutieuse.

<sup>208</sup> Mutter J, Naumann J, Sadaghiani C, Schneider R, Walach H: Alzheimer Disease: Mercury as a pathogenic factor and apolipoprotein E as a moderator, *Neuro Endocrinol Lett* 2004, 25:275-283 ; Mutter J, Naumann J, Schneider R, Walach H, Haley B: Mercury an autism: Accelerating evidence? *Neuro Endocrinol Lett* 2005, 26:431-437 ; Mutter J, Naumann J, Walach H, Daschner F: Amalgam: Eine Risikobewertung unter Berücksichtigung der neuen Literatur bis 2005, *Gesundheitswesen* 2005, 67:204-216 ; Mutter J, Naumann J, Sadaghiani C, Walach H, Drasch G: Mercury an autism: Response to the letter of K.E.v. Muehlendahl, *Int J Hyg Environ Health* 2005, 208:437-438.

<sup>209</sup> Bradstreet J, Geier D, Kartzinel J, Adams J, Geier M: A case-control study of mercury burden in children with autistic spectrum disorders, *J Am Phys Surg* 2003, 8:76-79.

<sup>210</sup> Nataf R, Skorupka C, Amet L, Lam A, Springbett A, Lathe R: Porphyrinuria in childhood autistic disorder: implications for environmental toxicity, *Toxicol Appl Pharmacol* 2006, 214:99-108 ; Geier DA, Geier MR: A prospective assessment of porphyrins in autistic disorders: a potential marker for heavy metal exposure, *Neurotox Res* 2006, 10:57-64 ; Geier DA, Geier MR: A case series of children with apparent mercury toxic encephalopathies manifesting with clinical symptoms of regressive autistic disorders, *J Toxicol Environ Health* 2007, 70:837-851 ; Geier DA, Geier MR: A prospective study of mercury toxicity biomarkers in autistic spectrum disorders, *J Toxicol Environ Health*, 2007, 70:1723-1730.

<sup>211</sup> Nataf R, Skorupka C, Amet L, Lam A, Springbett A, Lathe R: Porphyrinuria in childhood autistic disorder: implications for environmental toxicity, *Toxicol Appl Pharmacol* 2006, 214:99-108 ; Geier DA, Geier MR: A prospective assessment of porphyrins in autistic disorders: a potential marker for heavy metal exposure, *Neurotox Res* 2006, 10:57-64.

<sup>212</sup> Adams JB, Baral M, Geis E, Mitchell J, Ingram J, Hensley A, Zappia I, Newmark S, Gehn E, Rubin RA, Mitchell K, Bradstreet J, El-Dahr J: Safety and efficacy of oral DMSA therapy for children with autism spectrum disorders: part B - behavioral results, *BMC Clin Pharmacol* 2009, 9:17.

<sup>213</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

Il existe deux types de séparateurs. Les premiers fonctionnent par centrifugation. Ce sont des séparateurs qui aspirent les rejets, séparent les particules solides et liquides, et dirige les premiers vers une cassette de récupération d'amalgames). Les seconds fonctionnent par filtration.

Certains dispositifs sont équipés de signaux sonores d'alerte afin d'indiquer au praticien que le taux de remplissage de la cassette va atteindre son maximum, voire de dispositifs de sauvegarde qui arrêtent les appareils de soin en cas de trop plein. Le système par décantation ne présente pas le même degré de sécurité, car, quand le décanteur est plein, le praticien peut le débrancher et revenir aux anciennes pratiques, en branchant le crachoir sur la canalisation. Après quelques essais infructueux, on estime aujourd'hui que 95 % des déchets sont ou peuvent être ainsi récupérés<sup>214</sup>.

Ces résultats sont confirmés par des tests de certification récents qui ont montré que l'installation de séparateurs d'amalgames certifiés ISO 11143 peut atteindre une efficacité d'élimination d'au moins 95% de l'amalgame basée sur la fraction massique<sup>215</sup>. Les avantages escomptés de ce séparateur sont notamment, les réductions de mercure dans les eaux usées après l'installation de séparateurs à haute efficacité dans une ville typique du Danemark<sup>216</sup>.

Evidemment, la séparation n'est que la première étape d'une filière. Elle est normalement suivie par la collecte et le retraitement des déchets, selon une procédure à trois niveaux : le producteur de déchets (dentiste) remet ses déchets à un collecteur, qui rassemble les déchets épars et les livre ensuite à un "retraiteur" qui sépare et régénère le mercure. Le coût du traitement est à la charge de la collectivité<sup>217</sup>. Une analyse comparative de ces deux catégories de matériaux montre qu'il y a plus de gains à opter pour les matériaux de substitution.

## V. Une analyse comparative en faveur des matériaux de substitution

L'idée ici est de comparer les avantages et les inconvénients économiques, sociaux et environnementaux des amalgames dentaires et des matériaux de substitution notamment les composites dans une perspective de durabilité. L'autre perspective de comparaison sera la rentabilité de ces deux groupes de matériaux. A l'analyse, il appert que les matériaux d'obturation dentaires alternatifs sont plus durables (A) et plus rentables que les amalgames dentaires au mercure (B).

### A. Durabilité des matériaux de substitution

Dans son rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, M. Gérard Miquel, s'interrogeait sur la pertinence de l'argument financier souvent évoqué pour fustiger les matériaux alternatifs et selon lequel ces derniers seraient plus coûteux que les amalgames dentaires à base de mercure. Il se fondera sur trois éléments pour analyser cet argument, le prix de revient du matériau, le temps de la pose et la tarification au patient.

Sur le prix de revient, Gérard Miquel ne remarque pratiquement aucune différence significative entre le prix d'achat de l'amalgame et du composite. Les prix catalogue semblent pourtant indiquer le contraire. Une capsule prédosée d'amalgame non gamma 2 (achetée par lot de 50 capsules de 1, 2, 3 doses) revient entre 7 et 12 F selon la dose. Une seringue de composite

---

<sup>214</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

<sup>215</sup> Luke Trip, Canada-wide Standards : A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67 :270-3.

<sup>216</sup> Arenholt-Bindslev D. Environmental aspects of dental restorative materials. A review of the Danish situation. Publication in : AWMA (Air and Water Management Association) International Specialty Conference on Mercury in the Environment. Minneapolis, Sept. 15-17, 1999, cité par Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3.

<sup>217</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

(achetée par lot de 4 à 10 seringues) revient à 10, 11 F pour 0,25 g auquel il faut ajouter le prix du flacon d'adhésif (1,70 F par dose), soit 12, 14 F. Il existerait donc, a priori, une différence de 2 à 5 F, négligeable à l'unité, mais qui peut être importante sur l'année. Cette différence en défaveur du composite est cependant compensée par le fait que la seringue permet un dosage beaucoup plus fin puisque le praticien n'éjecte que la dose dont il a besoin et peut réutiliser le complément pour une autre obturation. A l'inverse, pour éviter d'être à court pendant l'intervention, le praticien va avoir tendance à utiliser deux capsules d'amalgame au lieu d'une ou une capsule de plusieurs doses, ce qui va majorer le coût final, d'autant plus que le produit non utilisé est perdu<sup>218</sup>.

S'agissant du temps de pose, Gérard Miquel souligne la difficulté à comparer ce temps entre les deux techniques car il y a deux temps différents : le temps officiel, tel qu'il est enseigné à la Faculté et le temps réel du praticien, tel qu'il est pratiqué en officine. L'intervention se décompose en quatre temps : la préparation de la cavité, la préparation du matériau, la pose proprement dite, et l'affinage et le suivi<sup>219</sup>. Il observe toutefois que le temps de préparation de la cavité est plus long pour l'amalgame que pour le composite. De même, le temps de préparation du matériau est plus long en ce qui concerne l'amalgame par rapport à celui du composite. Mais, la pose de l'amalgame est moins longue que celle d'un composite, en raison de la polymérisation<sup>220</sup>. En revanche, le temps du suivi aux fins de polissage de l'amalgame est bien long, alors que pour le composite, ce temps est nul, puisque ce matériau ne nécessite pas cette opération<sup>221</sup>. En réalité, ajoute Gérard Miquel, il faut reconnaître que rares sont les praticiens qui respectent, parfaitement, les règles de l'art et suivent consciencieusement toutes ces étapes. On sait, en particulier, que pour les composites, il n'est pas rare que la durée d'exposition à la lumière soit plus réduite que celle que prévoit la notice de pose.

Quant à l'amalgame, son polissage, qui est normalement réalisé dans une séance ultérieure, est très souvent omis (dans près de neuf cas sur dix). Cette caractéristique a été établie par l'étude de Tübingen et est confirmée par de nombreux praticiens<sup>222</sup>. Au total, on peut dire que le temps d'une opération d'obturation dentaire par composite est relativement équivalent à celui d'un amalgame. Malgré cela, et comme le note Gérard Miquel, les praticiens estiment que, compte tenu de l'absence de polissage, le temps de pose des composites est légèrement plus long que celui des amalgames<sup>223</sup>.

S'agissant enfin des honoraires, le rapporteur observait que la tarification et le remboursement sont identiques pour une obturation par amalgame ou par composite. Le choix du matériau est donc sans incidence sur le tarif. Il a souvent été affirmé que la pose des composites étant plus longue que celle de l'amalgame, ce dernier était, plus volontiers, choisi par le praticien<sup>224</sup>. Ainsi, tant pour le patient que pour le praticien, le composite présente des avantages significatifs.

En ce qui concerne la compétence du praticien, le rapporteur Miquel note que la principale faiblesse du composite ne se trouve ni dans le composite (qui est encore trop évolutif pour permettre un parfait recul), ni chez le patient (qui peut être allergique...), mais... chez le praticien. La technique de pose est, selon l'expression professionnelle, « exigeante ». On

---

<sup>218</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

<sup>219</sup> *Idem.*

<sup>220</sup> *Ibidem.* Une autre étude menée au Canada a estimé qu'une restauration en résine composite nécessiterait plusieurs minutes supplémentaires pour le placement par rapport à un amalgame- restauration, ce qui engendrerait une perte de productivité supplémentaire pour les patients de moins de 2 \$ par restauration ; Khangura SD. et al., Composite Resin Versus Amalgam for Dental Restorations : A Health Technology Assessment, Canadian Agency, for Drugs and Technologies in Health, Ottawa (ON), 2018.

<sup>221</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

<sup>222</sup> *Idem.*

<sup>223</sup> *Ibidem.*

<sup>224</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

observera que les références les plus officielles telle que l'encyclopédie médico chirurgicale, distingue le cas du praticien « motivé », pour lequel le composite est un travail exigeant mais aussi d'une certaine façon, un défi, et celui du praticien pressé, pour lequel, l'amalgame est mieux indiqué. D'après le rapporteur, une telle distinction n'est pas sans surprendre. Elle induit l'idée qu'il y aurait des praticiens consciencieux et d'autres qui le sont moins ; qu'il y a un doute sur le respect par tous les praticiens des conditions de pose de composites. Elle conduit à penser que la pose de l'amalgame serait surtout justifiée par la recherche du seul confort du praticien.

Pour le rapporteur, on ne peut évacuer les deux hypothèses. Il n'est pas exclu, par exemple, que le temps d'exposition à la lumière - pour assurer la prise du composite - soit en pratique (beaucoup ?) plus court que le temps normalement requis, n'assurant pas une parfaite polymérisation du composite. Il n'est pas exclu non plus que l'habitude, la recherche de la facilité et de l'avantage financier immédiat aient conduit à la pose d'amalgames et écarté certains praticiens du désir de proposer au patient le meilleur choix thérapeutique<sup>225</sup>. Enfin de compte, pour le rapporteur, il est vraisemblable que, du fait du poids des habitudes, le composite n'ait pas encore trouvé la place qu'il mérite<sup>226</sup>.

Dans le même sens, une analyse coûts-conséquences réalisée pour évaluer les conséquences comparatives et les coûts associés à la résine composite et à l'amalgame en tant que matériaux de restauration pour les dents permanentes postérieures, au Canada, concluait, elle aussi, que les coûts entre ces deux types de matériaux étaient quasiment similaires avec, cependant, quelques écarts en faveur de l'amalgame<sup>227</sup>.

Mais, cette analyse comparative canadienne tout comme celle du rapporteur Miquel présentent des insuffisances. Leur principale insuffisance se trouve dans le fait qu'elles ont oublié de prendre en compte et d'évaluer, sur le plan monétaire, certaines données non moins importantes du problème. Il s'agit notamment des effets cumulés du mercure sur la santé humaine et sur l'environnement. Ceci renvoie à la théorie des externalités chère à la science économique de l'environnement et à l'économiste Arthur Cecil Pigou. D'après lui, « l'essence du phénomène est qu'une personne A, en même temps qu'elle fournit, à une personne B, un service déterminé pour lequel elle reçoit un paiement, procure, par là même, des avantages et des inconvénients d'une nature telle qu'un paiement ne puisse être imposé à ceux qui en bénéficient ni une compensation prélevée au profit de ceux qui en souffrent »<sup>228</sup>. Concrètement, l'idée d'externalité se rapporte à l'hypothèse où l'activité d'un agent économique crée des impacts positifs ou négatifs sur d'autres agents économiques et cela sans aucune contrepartie en terme de paiement lorsque l'externalité est positive, ou en terme de compensation lorsque l'externalité est négative. Il peut s'agir, par exemple, de la valeur récréative des zones polluées, des pertes de culture ou de rendement, de l'atteinte à la biodiversité, de la contamination des poissons et autres denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux, des souffrances et des coûts engendrés par les maladies qui peuvent résulter d'une pollution, la contamination des sols, de la terre, de l'eau et de l'air<sup>229</sup>, etc.

La prise en compte de ces externalités dans l'analyse comparative des effets du mercure des amalgames dentaires n'est pas du tout facile, en raison des difficultés de quantification et d'évaluation monétaire des dommages à l'environnement, d'une part, et compte tenu du décalage existant entre le temps d'une émission ou d'un rejet polluant et l'apparition des effets

---

<sup>225</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

<sup>226</sup> M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

<sup>227</sup> Khangura SD. *et al.*, Composite Resin Versus Amalgam for Dental Restorations : A Health Technology, *op. cit.*

<sup>228</sup> Pigou A. C., *The Economics of welfare*, Macmillan, London, 1920.

<sup>229</sup> Hylander L. D., Goodsite M. E., *Environmental costs of mercury pollution*, *op. cit.*

de la pollution, d'autre part. En conséquence, l'environnement peut devenir un puits de pollution mercurielle<sup>230</sup>.

En la matière, l'étude menée par Hylander et Goodsite, quand bien même elle concerne les pollutions mercurielles d'origine industrielle ou découlant des amalgames dentaires, constitue une référence décisive incontournable. Ces auteurs subdivisent les coûts environnementaux en deux catégories, à savoir les coûts des dommages (ou perte de valeur) résultant de la pollution, tels que le poisson contaminé, et les coûts des politiques engagés pour lutter contre la pollution, plus les coûts de changement de pratiques pour répondre aux obligations légales<sup>231</sup>.

Dans cette logique, s'agissant des coûts de santé, Hylander et Goodsite ont réuni et analysé plusieurs données relatives à la perte potentielle de quotient intellectuel (QI) induite par la pollution mercurielle chez les populations du Groenland, aux îles Féroé et la Nouvelle-Zélande. Il en ressort que chez les enfants, les effets de la perte de QI apparaissent à partir de 5,8 µg Hg/L de sang<sup>232</sup>, de sorte qu'il existerait une relation linéaire entre une perte de 1,5 point de QI pour chaque doublement de la concentration de mercure dans le sang<sup>233</sup>. Or, selon certaines études, la perte d'un point de QI correspondrait, en moyenne, à une diminution de 2,578% des gains attendus au cours de la vie (moyenne pour les hommes et les femmes)<sup>234</sup>; sachant que la valeur des gains au cours de la vie actualisés dans cette étude était de 897 735 US \$, ce qui est la moyenne pour un enfant américain né en 2000 et que la perte de QI des citoyens implique nécessairement une perte de productivité à l'échelle nationale. Ainsi, selon les experts, le coût des pertes de QI dues à l'intoxication des enfants par le méthyle mercure au Groenland serait de 59,1 millions de dollars, chaque année<sup>235</sup>. D'après certains spécialistes, les coûts des maladies cardiovasculaires résultant de l'intoxication au mercure peuvent être plus exorbitants encore<sup>236</sup>.

On peut en dire tout autant de certaines maladies neuro-développementales dont le méthyle mercure est une des multiples causes et qui sont des troubles dans le développement du cerveau, à l'instar du Trouble du Spectre Autistique (TSA), du Trouble de l'Attention/Hyperactivité (TDAH) et de certaines psychoses. Selon les études de l'agence fédérale américaine CDC, rapportées par le député français Jean-Louis Roumegas, elles affectent 10 à 15 % des enfants aux USA. On note, par ailleurs, une augmentation considérable de la proportion humaine atteinte par ce genre de maladie. Alors qu'en 1975, elles touchaient un enfant sur 5000, en 2010, elles concernaient 1 sur 68<sup>237</sup>. Pour l'honorable Roumegas, les conséquences de cette flambée sont d'abord d'ordre humain au regard de la tragédie que subit chaque enfant malade et chaque famille.

Au Japon, par exemple, la pollution mercurielle de la baie de Minamata, un village de pêcheurs au sud du pays, causée par les effluents de Chisso, une usine de production d'acétaldéhyde, avait provoqué au sein de la population ce que les scientifiques nomment la « maladie de

---

<sup>230</sup> *Idem.*

<sup>231</sup> Pretty et al., 2003 cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, Science of the Total environment 368 (2006) 352-370, 25 January 2006.

<sup>232</sup> Kjellström, 1989; Grandjean *et al.*, 1997, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

<sup>233</sup> Trasande et al., 2005, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

<sup>234</sup> Trasande et al., 2005, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

<sup>235</sup> Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

<sup>236</sup> Rae et Graham, 2004 ; Rice et Hammitt, 2005, cités par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, Science of the Total environment 368 (2006) 352-370, 25 January 2006.

<sup>237</sup> Jean-Louis ROUMEGAS, Député de l'Hérault et Co-Président du Groupe d'études Santé-Environnement, en prélude au colloque "Les pathologies neuro-développementales et l'environnement", Jeudi 18 juin 2015, par NAMD, Le Bulletins des mercuriens, n°25, mai 2015.

Minamata » à partir de 1942<sup>238</sup>. Plus d'une centaine de personnes avaient directement perdu la vie en raison de l'intoxication par le méthyle mercure et des dizaines de milliers d'autres avaient été diagnostiqués avec des dommages au cerveau et à d'autres parties du système nerveux, caractéristique de l'intoxication par le méthyle mercure. Les symptômes allaient de la surdité, à la cécité, en passant par les paralysies et convulsions, les instabilités motrices, la réduction du champ de vision, et l'engourdissement<sup>239</sup>.

Ensuite, comme l'explique Roumegas, les conséquences de ces maladies neurocomportementales sont d'ordre social, au regard de l'incapacité pour la société à assumer la prise en charge des enfants autistes. Par exemple, seulement une minorité d'entre eux bénéficient d'un accueil dans des structures adaptées<sup>240</sup>. L'adaptation des personnes souffrant de troubles neuro-développementaux dans le milieu scolaire, voire dans l'environnement professionnel, pose des difficultés considérables. La dernière forme de conséquences de ces maladies est d'ordre économique. En appliquant la méthodologie du GIEC<sup>241</sup>, les coûts associés aux déficits neurocomportementaux liés aux perturbateurs endocriniens ont été estimés à 152 milliards € en Europe par une équipe internationale. Des travaux anglo-saxons estiment que les coûts de santé pour les personnes TDAH sont plus de 4 fois supérieurs à ceux que l'on constate en population générale ou que chaque personne souffrant de TSA avec une déficience intellectuelle coûte, sur sa vie entière, largement plus de 2 millions de dollars à la société<sup>242</sup>. Ainsi donc, en France, les experts critiques n'ont cessé de marteler à l'opinion le coût réel élevé de l'utilisation des amalgames qui, par leurs conséquences sur la santé des patients et des professionnels, pèse lourd sur les systèmes de santé<sup>243</sup>.

Bien plus significatif encore, certaines alternatives aux amalgames dentaires à base de mercure ont été jugées quasiment parfaites par l'OMS, en l'occurrence les traitements de restauration atraumatique ou « restaurations atraumatiques » (ART) à base de verre ionomère (un mélange d'acrylique de verre)<sup>244</sup>. Ce type de traitement a été amélioré avec le temps. Il est, aujourd'hui, considéré comme moins coûteux que les restaurations à l'amalgame dentaire. Il est adapté pour être utilisé dans les programmes communautaires et scolaires dans les pays en développement<sup>245</sup>.

En ce qui concerne les coûts sur l'environnement, les travaux de Hylander et Goodsite apportent d'importantes informations. Au Groenland où la valeur de la moyenne annuelle de production

---

<sup>238</sup> Environment Agency of Japan, 1994 ; Mari Susa, Université Kumamoto, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, Science of the Total environment 368 (2006) 352-370, 25 January 2006

<sup>239</sup> Tsubaki et Takahashi, 1986 ; Takeuchi et Eto, 1999, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, Science of the Total environment 368 (2006) 352-370, 25 January 2006.

<sup>240</sup> Jean-Louis Roumegas, Député de l'Hérault et Co-Président du Groupe d'études Santé-Environnement, en prélude au colloque "Les pathologies neuro-développementales et l'environnement", Jeudi 18 juin 2015, par NAMD, Le Bulletins des mercuriens, n°25, mai 2015.

<sup>241</sup> Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Créé en 1988 par l'O NU Environnement et l'Organisation météorologique mondiale (OMM), il rassemble 195 États membres.

<sup>242</sup> Jean-Louis Roumegas, Député de l'Hérault et Co-président du Groupe d'études Santé-Environnement, en prélude au colloque "Les pathologies neuro-développementales et l'environnement", jeudi 18 juin 2015, par NAMD, Le Bulletins des mercuriens, n°25, mai 2015.

<sup>243</sup> Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, Rapport de la Commission des questions sociales, de la santé et de la famille, Assemblée Parlementaire du Conseil de l'Europe, Doc. 12613, Luxembourg, 12 mai 2011.

<sup>244</sup> WHO, Atraumatic Restorative Treatment for Tooth Decay, A global initiative 1998-2000, cité par Sophie Chapelle, L'Europe retreint l'utilisation du mercure dentaire qui empoisonne la bouche des Français, 6 juillet 2018.

<sup>245</sup> Alliance pour un Futur sans Carie, Traitement de restauration atraumatique,

<https://www.allianceforacavityfreefutur.org/fr/fr/technologies/atraumatic-restaurative-treatment#.Xa>

est de 128,7 millions de dollars US, ils ont estimé le coût des produits marins pollués par le mercure à 24,5% de cette valeur, ce qui correspond à 31,5 millions US \$ chaque année<sup>246</sup>.

Les politiques pour juguler les pollutions mercurielles se révèlent également très coûteuses. C'est notamment, le cas des mesures de remédiation des dommages écologiques résultant de cette pollution. En Suède, par exemple, le coût de l'assainissement d'une rivière contaminée par le mercure était évalué entre 11 et 13 millions de dollars US, ce qui correspondait à l'époque de l'étude à près de 150 000 US \$ par kg de mercure sécurisé. A Stockholm, la remise en état du Lac Turingen entre 1995, 1999 et 2003 avait coûté près de 9 millions de dollars US<sup>247</sup>. Dans le cas du Japon, de 1932 à 1968, c'est environ 190-225 tonnes Hg qui avaient été émis avec les eaux usées dans l'océan par Chisso<sup>248</sup>. La réhabilitation coûta entre 4500 et 5 400 US \$ par kg de mercure sécurisés dans la baie.

C'est également le cas des mesures visant à éviter la pollution par le mercure. Autant la pollution mercurielle émanant des sources est considérable autant celle en lien avec de petites sources d'émissions est grande et peut s'étendre sur de grandes zones géographiques. Il suffit pour s'en convaincre de prendre en compte justement l'amalgame dentaire, qui, en Suède par exemple, est transporté par 74% de la population adulte et se traduit par une libération continue d'environ 100 kg Hg par an dans les eaux usées via une mastication quotidienne<sup>249</sup>. Tous ces facteurs contribuent à l'expansion de la pollution mercurielle dans le monde entier, faisant d'elle une pollution transfrontalière et diffuse. Ce transport mondial signifie que toutes les personnes et tous environnements paieront un certain type de coût en tant que Hg récepteur, certains plus que d'autres, en raison de l'amélioration du dépôt, comme dans l'Arctique<sup>250</sup>. Cela préfigure toutes les difficultés qui surgissent en matière d'évitement ou de réduction des pollutions mercurielles potentielles par les amalgames.

De plus, selon Hylander et Goodsite, les technologies visant à réduire les émissions sont coûteuses et plus difficiles à opérationnaliser que de remplacer le mercure comme matériau d'obturation dentaire<sup>251</sup>. Selon eux, le remplacement des produits contenant du mercure est une des stratégies à mettre en place pour empêcher ou réduire la pollution mercurielle dans le monde. En Suède, cette stratégie a été utilisée, avec succès, en ce qui concerne le thermomètre à mercure auquel il a été substitué des thermomètres sans mercure gratuitement<sup>252</sup>.

En analysant les différentes études de cas disponibles, les deux scientifiques déduisent, qu'en moyenne, les frais de remise en état des sites pollués vont de 2500 à 1,1 million de dollars US par kilogramme de mercure isolés de la biosphère, en fonction de circonstances locales telles que les quantités à sécuriser, la nature de la pollution, la géographie, la technologie choisie, etc.<sup>253</sup>.

L'installation de séparateurs d'amalgame dans les cliniques dentaires et les mécanismes d'épuration des gaz de crématoires réduit la majeure partie des émissions mercurielles résultant des amalgames dentaires. Au Canada, le coût annuel de séparateurs d'amalgames pour gérer les déchets de mercure était estimé à plus de 16 millions de dollars, mais leur utilisation a permis

---

<sup>246</sup> Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

<sup>247</sup> *Idem.*

<sup>248</sup> Kudo et Turner, 1999, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

<sup>249</sup> Skare et Engqvist, 1994 ; KemI, 2004, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

<sup>250</sup> Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

<sup>251</sup> *Idem.*

<sup>252</sup> Rein et Hylander, 2000, cités par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

<sup>253</sup> Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, préc.

à la dentisterie de contribuer à la réduction significative de la charge de mercure dans les eaux de surface du pays<sup>254</sup>.

Pour Hylander et Goodsite, l'investissement correspondant et les coûts de fonctionnement de ces installations doivent être inclus dans le coût d'utilisation d'amalgame dentaire. Ce n'est pas encore le cas dans la quasi-totalité des pays du monde. C'est ce qui amène très souvent à croire que, les amalgames sont les matériaux d'obturation les plus abordables alors qu'avec l'internalisation de leurs externalités négatives, ils sont, de facto, plus chers économiquement, médicalement et écologiquement que la plupart, voire tous les autres matériaux d'obturation<sup>255</sup>.

## B. La rentabilité des matériaux de substitution

A ces arguments d'ordre économique peuvent être ajoutés des arguments commerciaux. En effet, de nos jours, on note une forte demande de matériaux d'obturation sans amalgame de la part de bon nombre de patients avisés des risques du mercure pour leur organisme et pour l'environnement. Cette situation conduit à une baisse significative et généralisée de ventes d'amalgames dentaires au profit de composites en résine et autres alternatives sans mercure.

En France, un des pays au monde où le nombre de porteurs d'obturations dentaires est très important, on observe une progression très sensible des ventes de composites qui prennent ainsi résolument le pas sur les amalgames dentaires. Les études l'attestent. Ainsi, une enquête comparative menée par l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament auprès des fabricants a permis de mettre en évidence une diminution de 38% du nombre de capsules d'amalgame, toutes tailles confondues, vendues entre 2007 et 2011 sur le marché français<sup>256</sup>.

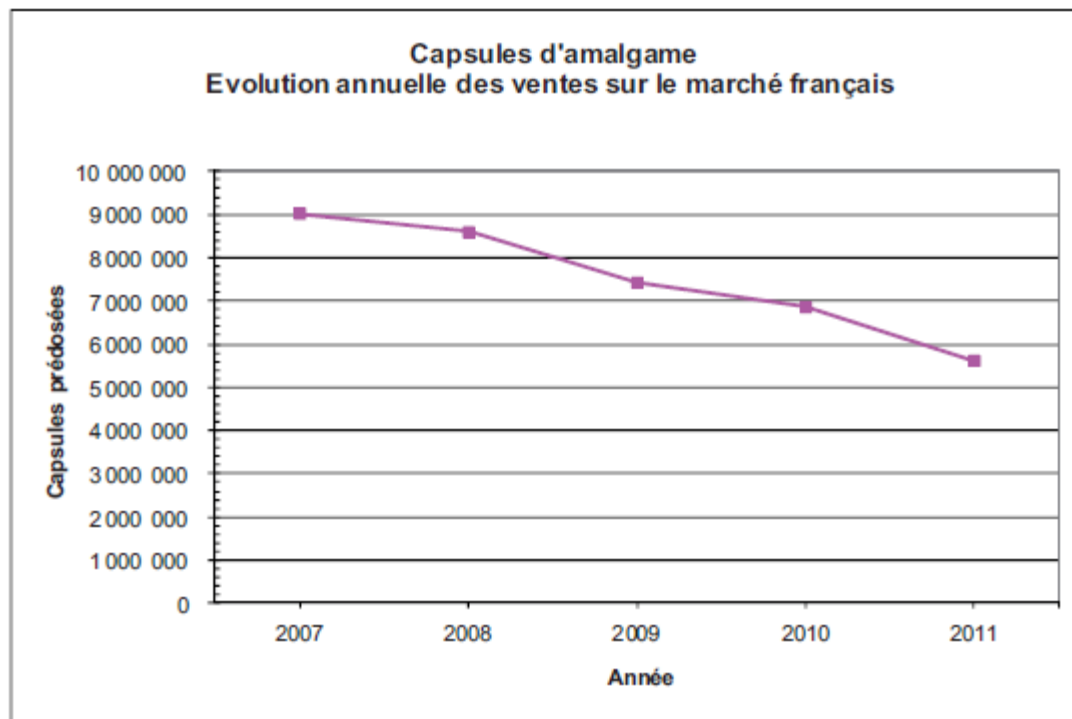


Figure 2 - Capsules d'amalgame, évolution des ventes – Enquête ANSM

<sup>254</sup> Khangura SD. *et al.*, Composite Resin Versus Amalgam for Dental Restorations : A Health Technology Assessment, Canadian Agency, for Drugs and Technologies in Health, Ottawa (ON), 2018.

<sup>255</sup> Hylander L. D., Goodsite M. E., *op. cit.*

<sup>256</sup> ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, avril 2015.

De même, il ressort de l'analyse des chiffres de vente des 26 sociétés sollicitées pour l'Enquête, une forte hausse de l'usage des produits alternatifs à l'amalgame dans les obturations réalisées en technique directe. Comme le montre le graphique de la figure 3, sur les 106 produits identifiés par les fabricants, le nombre d'unidoses vendues a quasiment doublé (+91%) et, les autres conditionnements ont vu une augmentation de 9% entre 2007 et 2011. Cette différence importante peut, en partie, s'expliquer par le fait que les unidoses contiennent, en moyenne, 0,2 g de produit pour 4 g dans le cas d'une seringue<sup>257</sup>.

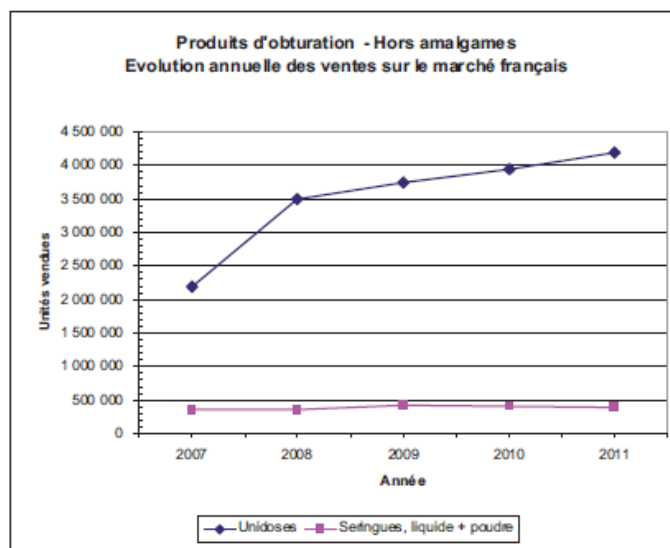


Figure 3 - Evolution des ventes de produits d'obturation hors amalgame dentaire – Enquête ANSM

L'enquête de l'ANSM montre, aussi, que de 2002-2012, l'offre de produits alternatifs à l'amalgame a, davantage, progressé par rapport à celle des amalgames. Le nombre de produits alternatifs à l'amalgame est passé de 33 à 75 (à pondérer cependant, par l'aspect nom de marque) alors que, dans le même temps, le nombre de produits de la catégorie amalgame est passé de 26 à 35<sup>258</sup>. D'après des données rapportées par l'ANSM, la répartition de l'amalgame et des alternatives dans la pratique dentaire, en 2012, en France, est la suivante :

Tableau 4 – Amalgame et alternatives dans la pratique dentaire actuelle – COMIDENT

Matériaux	Proportion de chirurgiens-dentistes utilisateurs	Proportion dans les restaurations directes	Prévisions des ventes annuelles (2012)
Amalgames	70% d'utilisateurs	10 à 25%, limitées au secteur postérieur	-10%
Composites	100%	55 à 65%	+ 5%
Ciments verres ionomères	40%	15 à 25%	+ 10%

Selon le Tableau 4, 100% des dentistes utilisent désormais des composites, alors que la proportion des dentistes utilisant les amalgames dentaires est en diminution. De plus, dans les restaurations directes, la proportion des amalgames se situe seulement entre 10 et 25% et est limitée au secteur supérieur, tandis que celle des composites culmine entre 55 et 65%. De façon générale, la proportion de restaurations réalisées avec de l'amalgame a diminué, de moitié, en France, au cours des dix dernières années (de 52% en 2003 à 25% en 2011)<sup>259</sup>.

<sup>257</sup> *Idem.*

<sup>258</sup> ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, préc.

<sup>259</sup> *Idem.*

Par ailleurs, les prévisions de ventes établies dans ce rapport corroborent les résultats qui se dégagent des analyses précédemment évoquées, à savoir notamment la tendance de la baisse de l'utilisation de l'amalgame et le recours croissant aux autres matériaux disponibles<sup>260</sup>.

De toute évidence donc, rendre disponibles et abordables les matériaux de restauration dentaire sans amalgame est beaucoup plus rentable que le traitement des pathologies découlant de l'intoxication au mercure et la réhabilitation des sites pollués ; d'où la nécessité de d'exonérer les matériaux de substitution aux amalgames dentaires.

#### VI. Propos conclusifs : la nécessité d'exonérer les matériaux de substitution aux amalgames dentaires

En somme, la dangerosité de l'amalgame dentaire ne fait plus scientifiquement débat. Les innombrables maladies dont il est ou qu'il est susceptible d'être à l'origine, et les dommages écologiques qu'il peut provoquer sont connus.

Des allergies, à la maladie d'Alzheimer et celle de Parkinson, en passant par l'autisme, l'eczéma atopique, l'hypertension, l'infarctus du myocarde, l'artériosclérose, la thrombose, l'insuffisance rénale, la sclérose en plaques, la sclérose latérale amyotrophique, les déficits neurologiques, la baisse du quotient intellectuel, la stérilité, etc., cette énumération des pathologies liées au mercure est, en effet, non exhaustive. De même, la pollution de l'air, du sol, des cours d'eau, des nappes, la contamination des plantes et des animaux, la perte des services écosystémiques, etc., sont autant de préjudices environnementaux inestimables à l'échelle locale, nationale et internationale compte tenu du caractère diffus et transfrontière de cette pollution.

Tout ceci, commande des mesures urgentes en faveur du développement de matériaux d'obturation de lésions carieuses sans mercure. Dans ce domaine, et même si des efforts doivent être maintenus et poursuivis, la recherche-innovation a beaucoup progressé. On dispose, aujourd'hui, de matériaux de substitution aux amalgames dentaires de bonne qualité, notamment, les composites. En plus de ces derniers, il ne faut pas perdre de vue l'importance des chélateurs et des séparateurs dans une optique de gestion rationnelle de rejets et d'émissions mercurielles.

Mais, le coût de ces produits reste l'un des défis majeurs à relever pour leur vulgarisation, surtout dans les pays africains comme le Togo. Cependant, si l'on prend en compte la gravité de pathologies et des pollutions que le mercure dentaire peut causer ainsi que les pertes économiques que tout cela engendre, on convient, volontiers, que le Gouvernement togolais se doit de faciliter ou de rendre disponibles sur le marché national et de permettre aux dentistes et aux patients l'accès à ses divers produits à des prix abordables.

Dans cette perspective, nous pensons que l'exonération de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) et la levée de toutes les impositions sur ces produits de même que leur prise en compte systématique par les mécanismes publics et privés d'assurance maladie seraient de bonnes mesures d'incitation des dentistes et des clients afin qu'ils abandonnent les amalgames au bénéfice de composites. Ceci contribuera, par ailleurs à mettre en phase le Togo avec ses engagements internationaux contenus notamment, dans la Convention de Minamata sur le mercure et mettra, progressivement, la population togolaise à l'abri d'une des principales sources d'intoxication et de pollutions mercurielles.

Ce faisant, le patient, en optant plus facilement pour des matériaux de restauration sans mercure, le chirurgien-dentiste, en s'équipant de séparateurs, adoptent des comportements écoresponsables qui, au-delà de la préservation de la santé, participent d'une démarche visant à limiter leur empreinte écologique dans une perspective de développement durable.

---

<sup>260</sup> ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, avril 2015.